Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека
Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр
медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ

Материалы
Всероссийской научно-практической интернет-конференции
молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора

(7–11 октября 2013 г.)

Под редакцией академика РАН Г.Г. Онищенко,
академика РАН Н.В. Зайцевой

Пермь 2013

УДК 614.2
Ф94

Ф94 **Фундаментальные** и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения : материалы Всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора / под ред. акад. РАН Г.Г. Онищенко, академика РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2013. – 282 с.

ISBN 978-5-91754-151-8

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

В сборнике отражены региональные проблемы состояния среды обитания и здоровья населения урбанизированных территорий Российской Федерации, а также опыт их решения молодыми учеными и специалистами санитарной службы страны. Изложены различные аспекты управления риском здоровья населения, проживающего под воздействием различных факторов среды обитания. Большое внимание уделено задачам совершенствования методического обеспечения и организации социально-гигиенического мониторинга.

Ряд статей содержит результаты регионального опыта эпидемиологических исследований и оценки риска для здоровья населения при воздействии факторов внешней среды и образа жизни. Проанализированы актуальные проблемы, связанные с факторами риска для здоровья работающих. Рассмотрены современные методы диагностики нарушений здоровья, ассоциированных с факторами среды обитания. В сборнике представлены результаты использования методов математического моделирования для задач обеспечения гигиенических оценок, исследований, экспертиз.

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

Редакционная коллегия:
акад. РАН Г.Г. Онищенко, акад. РАН Н.В. Зайцева,
проф. И.В. Май, проф. А.Ю. Попова, В.Н. Звездин, Е.Н. Несевря

ISBN 978-5-91754-151-8

© ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 2013

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель:

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

Заместители председателя:

Попова Анна Юрьевна	Заместитель руководителя Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
Зайцева Нина Владимировна	Директор ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

Члены оргкомитета:

Май Ирина Владиславовна	Заместитель директора по научной работе ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»
Алексеев Вадим Борисович	Заместитель директора по организационно-методической работе ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»
Мустафина Илина Закарияновна	Начальник отдела гигиенического научного обеспечения службы Управления научного обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и международной деятельности Роспотребнадзора
Звездин Василий Николаевич	Председатель Совета молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора
Кирьянов Дмитрий Александрович	Заведующий отделом математического моделирования систем и процессов ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

Технический секретариат конференции:

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

Раздел I

Социально-гигиенический мониторинг: опыт регионов

Микронутриентная недостаточность и механизмы урегулирования на территории Саратовской области

С.В. Сергеева, О.И. Кожанова, А.В. Хан, Н.К. Фомичева

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Саратовской области, г. Саратов, Россия

Одним из основных направлений государственной политики в области сохранения здоровья населения Российской Федерации является реализация «Основ государственной политики в области здорового питания на период до 2020 года» (2010). Стратегия национальных программ направлена в том числе и на контроль заболеваний, связанных с дефицитом некоторых витаминов, микроэлементов, включая йод.

Проблема витаминной и микронутриентной недостаточности является одной из самых актуальных. Почти половина детей в России испытывают недостаток основных витаминов и микронутриентов (микроэлементов), имеются регионы, в которых эта недостаточность отмечается у 80 % детей. Недостаток витаминов А, В, Е и каротиноидов регистрируется у подавляющего большинства детей в крупных городах.

Принятое в 1999 г. Постановление Правительства РФ № 1119 «О мерах по профилактике йодного дефицита» способствовало возобновлению изучения и ликвидации данной проблемы на государственном уровне.

Учитывая вышеизложенное, представляется весьма важным оценить современные особенности распространенности дефицита микронутриентов на территории Саратовской области, являющейся эндемичной по дефициту йода, и на основе комплексного подхода в оценке эндемичности разработать управляемую систему выявления, коррекции, профилактики нарушений здоровья детского населения, связанных с риском развития дефицитных состояний в экосистеме региона.

Группами риска развития по микронутриентной недостаточности являются дети в критические периоды роста (до 3 лет, 5–7 лет, в период пубертата – 11–15 лет), дети во время социально-биологической адаптации (первоклассники, школьники при переходе к предметному обучению и в период экзаменов). Особую группу риска составляют длительно и часто болеющие дети.

В 2012 г. в области зарегистрировано 8,9 тыс. случаев заболеваний микронутриентной недостаточностью, это аналогично числу зарегистрированных случаев в 2011 г.; удельный вес детской заболеваемости ежегодно составляет от 30 до 32 % от всех впервые зарегистрированных случаев микронутриентной недостаточности.

Показатель первичной заболеваемости среди детей до 14 лет в 2012 г. составил 7,9 на 1000 детского населения области и идентичен таковому в 2011 г. Заболеваемость детей микронутриентной недостаточностью в течение последних трех лет чаще всего превышала среднеобластные показатели в следующих районах: Новобурасском – в 3 раза, Энгельсском – от 1,5 до 3 раз, Турковском – от 2 до 3,8 раза, Романовском – в 2 раза, Озинском – в 1,5 раза (рис. 1).

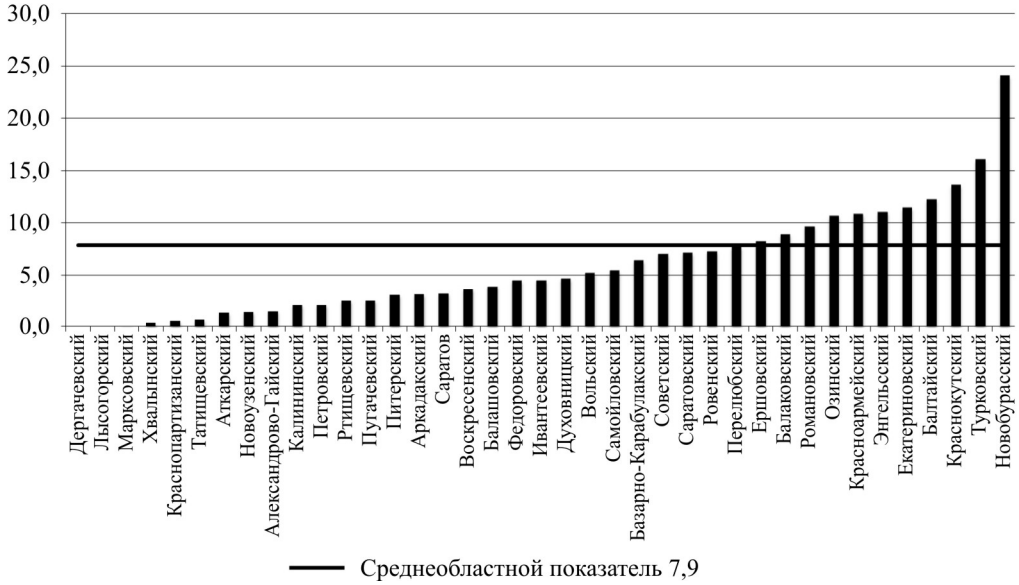


Рис. 1. Ранжирование территорий Саратовской области по микронутриентной недостаточности среди детей в 2012 г. (на 1000 детского населения)

Показатель первичной заболеваемости среди взрослого населения в 2012 г. составил 2,9 на 1000 взрослого населения, он аналогичен таковым 2011 и 2010 г. Заболеваемость взрослого населения в течение последних трех лет чаще всего превышала среднеобластные показатели в следующих районах: Новоузенском – в 2 раза, Озинском – в 2 раза, Балаковском – в 1,5 раза (рис. 2).

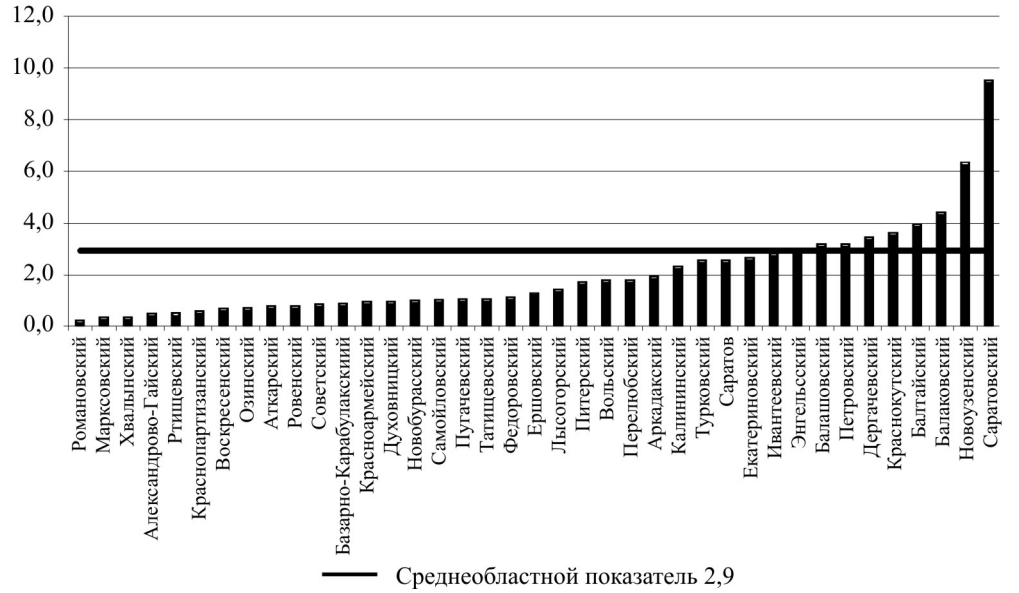


Рис. 2. Ранжирование территорий Саратовской области по микронутриентной недостаточности среди взрослых в 2012 г. (на 1000 взрослого населения)

Анализ эколого-гигиенического и эпидемиологического состояния окружающей среды региона позволил определить отправные механизмы воздействия на организм человека загрязняющих факторов внешней среды, пути их попадания в организм и воздействие («доза–риск–заболевание»). Схема формирования риска для здоровья населения позволяет выявить механизмы их влияния на организм человека и сформировать спектр направлений профилактической работы (рис. 3).

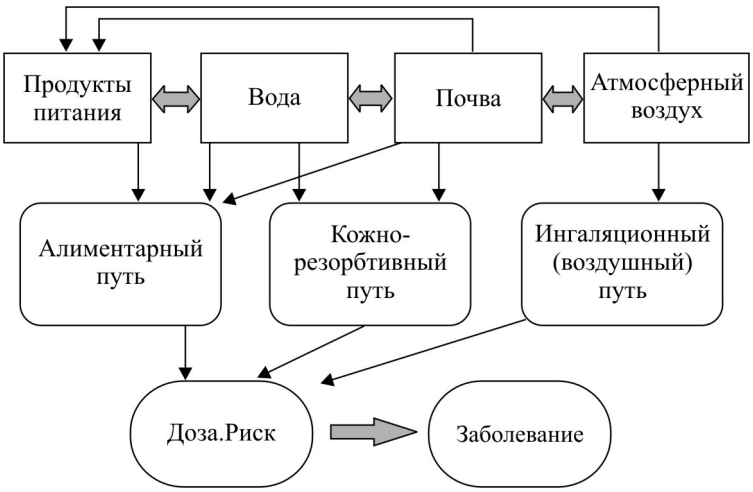


Рис. 3. Схема формирования риска для здоровья населения

Механизмами урегулирования негативного влияния на организм человека факторов внешней среды могут быть только государственные управленческие системы, основанные на законодательных актах, исполнение которых находится на контроле. Управленческими механизмами, сформированными в ходе проведения исследования, являются разработанные в области по нашей инициативе целевые программы, включающие научно обоснованные подходы к корректировке питания детей и подростков области: «Профилактика семейного неблагополучия и социального сиротства несовершеннолетних в Саратовской области на 2011–2013 гг.», «Доступная среда на 2011–2013 гг.», «Развитие образования Саратовской области на 2013–2015 гг.», подпрограмма «Здоровое поколение», «Организация отдыха, оздоровления и занятости детей и подростков», «О дополнительных мерах по улучшению демографической ситуации в Саратовской области», «Охрана здоровья детей и молодежи», «Дети и семья». В рамках оздоровления экологической обстановки на территории области по инициативе Управления созданы и работают три программы: «Обеспечение населения Саратовской области питьевой водой на 2011–2015 гг.», «Экологическое оздоровление Саратовской области на 2009–2013 гг.», «Обеспечение системы химической и биологической безопасности Саратовской области на 2009–2013 гг.», Постановления и Распоряжения Правительства Саратовской области: № 258-П от 18.06.2008 г. «Об участии в проведении социально-гигиенического мониторинга Саратовской области», № 6-Пр от 21.01.2005 г. «О профилактике йоддефицитных заболеваний на территории области», № 208-Пр от 08.08.2006 г. «Об обогащении продуктов

массового потребления микронутриентами и обеспечения ими населения Саратовской области», № 238-Пр от 11.09.2007 г. «О дополнительных мерах по обеспечению населения области продуктами массового потребления, обогащенными микронутриентами»; Постановлением Правительства Саратовской области № 422-П от 19.07.2012 г., утверждена Концепция здорового образа жизни и профилактики заболеваний в Саратовской области до 2025 г.

Широкое внедрение профилактических мероприятий, направленных на оздоровление населения, невозможно без адресной социальной поддержки государства. Ежегодно проводятся областные смотры качества продукции, выпускаемой 2 тысячами предприятий Саратовской области, в том числе 52 предприятиями, изготавливающими продукцию, обогащенную микронутриентами. Проводится санпросветработа среди населения по вопросам здорового рационального питания.

Работа на территории области продолжается.

Результаты проведения мониторинга атмосферного воздуха на территории Волгоградской области

Д.К. Князев

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Волгоградской области, г. Волгоград, Россия

Социально-гигиенический мониторинг представляет собой сложную государственную межведомственную систему для сбора и оценки данных с целью выявления изменений среды обитания и прогноза для здоровья населения, установления и устранения вредного воздействия на человека факторов среды обитания.

Одной из важных задач при проведении социально-гигиенического мониторинга является анализ показателей здоровья населения во взаимосвязи со средой обитания.

Значительная часть населения территории Волгоградской области подвергается воздействию комплекса антропогенных факторов окружающей среды, оказывающих сложное и разнонаправленное влияние на состояние их здоровья. Важнейшей проблемой для городов области является загрязнение атмосферного воздуха. На долю промышленных предприятий, сосредоточенных в самом крупном городе области – Волгограде, приходится более 36 % общего валового выброса загрязняющих веществ в атмосферу (свыше 62 тыс. т в 2012 г.) [1].

Районы Волгограда отличаются уровнем и характером антропогенной нагрузки: Кировский, Красноармейский районы находятся под воздействием пред-

приятий химии и нефтехимии; Краснооктябрьский, Тракторозаводской – предприятий черной и цветной металлургии; на территории Центрального района отсутствуют крупные промышленные предприятия, но широко развита автодорожная сеть.

В последние годы многие крупные промышленные предприятия Волгограда преобразовались, изменили технологию производства, методы очистки выбросов, что привело к изменению объемов и качества загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух города. В связи с этим актуальным явилось проведение работы по уточнению приоритетных источников загрязнения городской среды и составлению «списка приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха», при подготовке которого были использованы данные об объемах поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух Волгограда от 13 крупнейших предприятий города (по данным формы 2тп-воздух предприятий за 2010 г.). В рамках составления списка приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха использовались такие критерии, как принадлежность химических веществ к перечням приоритетных, опасных или особо регулируемых химических соединений в РФ; фиксирование превышающих или близких к ПДК концентраций химических соединений в атмосферном воздухе; высокое соотношение между условной экспозицией вещества (т/год) и его референтной концентрацией (для неканцерогенов) (на основе расчета индекса сравнительной неканцерогенной опасности – *HRI*); высокое соотношение между условной экспозицией вещества (т/год) и его канцерогенной опасностью (для канцерогенов) (на основе расчета индекса сравнительной канцерогенной опасности – *HRIc*). В результате были определены приоритетные загрязнители для каждого промышленного района Волгограда: в Красноармейском список составил 16 веществ, в Кировском – 10, Краснооктябрьском – 10, Тракторозаводском – 14 (таблица).

Перечень приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха
промышленных районов Волгограда

№ п/п	Красноармейский	Кировский	Краснооктябрьский	Тракторозаводский
1	Оксиды азота	Хлор	Марганец	Фториды
2	Диоксид серы	Оксиды азота	Хром (VI)	Взв. вещества
3	Серная кислота	Пыль (SiO_2<20 %)	Меди оксид	Никеля оксид
4	Керосин	Пыль поливинилхлорида	Серная кислота	Водород фтор-й
5	Хлор	Винилхлорид	Никеля оксид	Нафталин
6	Бензол	Углерод четыреххлористый	Оксиды азота	Бенз(а)пирен
7	Аммиак	Аммиак	Свинец	Алюминия оксид
8	Винилхлорид	Бензил хлористый	Взв. вещества	Марганец
9	Сероводород	Метил хлористый	Железа оксид	Хром (VI)
10	Марганец	Марганец	Пыль (SiO_2>70 %)	Оксиды азота
11	Мазутная зола			Диоксид серы
12	Водород хлор-й			Оксид углерода
13	Фенол			Свинец
14	Сажа			Пыль (SiO_2<20 %)
15	Натр едкий			
16	Ксилол			

Перечень приоритетных веществ позволяет сконцентрировать исследования на определенных территориях и направлениях. Например, углубленный анализ влияния диоксида серы, более 75 % которого выбрасывается в Красноармейском районе Волгограда, выявил в этом же районе статистически достоверную корреляцию средней силы между концентрацией вещества и уровнем заболеваемости населения болезнями органов дыхания (r = 0,5 – среди детского населения, r = 0,3 – среди подростков). При этом в других промышленных районах города подобная связь не установлена, что подтверждает приоритетность наблюдений за концентрацией данного газа в самом южном районе города.

Анализ данных о загрязнении атмосферы Волгограда говорит о хроническом присутствии диоксида азота в атмосферном воздухе на уровне 0,0134–0,0374 мг/м^3. По критериям эпидемиологических исследований в случае хронического воздействия данного вещества наблюдается прирост заболеваемости болезнями органов дыхания у детей в возрасте 6–7 лет по известной зависимости [2], основываясь на которой был рассчитан ожидаемый прирост заболевших болезнями органов дыхания в 2013 г. – 67 детей данного возраста по г. Волгограду в целом.

Таким образом, проведение социально-гигиенического мониторинга на территории Волгоградской области позволяет выявить основные источники загрязнения окружающей среды, проанализировать показатели здоровья и факторы окружающей среды с применением современных методов (ГИС-технологий, методологии оценки риска), спрогнозировать неблагоприятное воздействие факторов окружающей среды на организм человека и использовать полученные данные для разработки целенаправленных профилактических мероприятий по снижению риска для здоровья населения.

Список литературы

1. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Руководство Р 2.1.10.1920-04 / Консультант Плюс.

2. Состояние здоровья населения в связи с состоянием окружающей природной среды и условиями проживания населения. Критерии оценки риска для здоровья населения приоритетных химических веществ, загрязняющих окружающую среду: методические рекомендации. МосМР 2.1.9.004-03 / Консультант Плюс.

Влияние образа жизни на качество жизни подростков, обучающихся в учреждениях начального и среднего профессионального образования г. Пскова

Е.А. Алексеева

Управление Роспотребнадзора по Псковской области,
г. Псков, Россия

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.

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 3 УНПО г. Пскова, обучающихся в учреждениях 2-й группы санитарно-эпидемиологического благополучия. 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 РАН.

Результаты и их обсуждение. Среди опрошенных было 49,4 % девочек и 50,6 % мальчиков в возрасте 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 взаимоотношений 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 % подростков, считают его удовлетворительным – 39,2 %, плохим – 4,5 %. Горячее 3-разовое питание отметило 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.

Подрабатывают в свободное от учебы время половина (48,3 %) всех опрошенных, из них постоянно – 14,3 %. Трудовая деятельность подростков характери-

зуется 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 учреждений начального профессионального образования (УНПО) имеет опыт употребления наркотических веществ. Более половины (79 %) опрошенных 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 функционирования, связанного с физическим и эмоциональным состоянием, по сравнению с подростками, реже употребляющими алкоголь. Аналогичные результаты получены и при сравнении данных подростков, имеющих опыт употребления наркотиков и токсических веществ, с теми, кто не имел подобного опыта. Таким образом, можно сделать вывод, что употребление алкоголя и психоактивных веществ 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 факторов 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 состоянием своего здоровья. 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 в год и более) являются 6,8 %. Расценивают свою физическую форму как плохую – 33 %. Предъявляют жалобы на плохое настроение – 15,9 %.

Выводы. Полученные данные о распространенности жалоб, наличии хронических заболеваний у каждого четвертого учащегося УНПО свидетельствуют о достаточно низком уровне здоровья псковских подростков. Не получено сведений о влиянии группы факторов санитарно-эпидемиологического благополучия на здоровье учащихся из-за практически одинакового санитарного состояния псковских УНПО. Были получены данные о влиянии частого употребления алкоголя и психоактивных веществ 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 Москве.

Гигиеническая характеристика качества атмосферного воздуха города Череповца и оценка его влияния на здоровье населения

Л.Ш. Петрова, С.Ю. Аверин, Н.В. Чистякова

Территориальный отдел Управления Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия
человека по Вологодской области,
г. Череповец, Россия

Город Череповец является крупнейшим промышленным центром Вологодской области. Развитие металлургической, металлообрабатывающей, химической, деревообрабатывающей промышленности началось с 50-х гг. XX в., в связи с чем возникла проблема загрязнения атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий. Основным источником выбросов является металлургический комбинат ЧерМК ОАО «Северсталь», удельный вес которого в общем объеме валовых выбросов в атмосферу города составляет порядка 97 %.

Интенсивное промышленное строительство металлургического комбината в Череповце привело к грубой градостроительной ошибке, в результате которой произошло слияние селитебной и промышленной частей города без разрыва между ними в виде санитарно-защитной зоны. В результате исследований атмосферного воздуха селитебной зоны города в 1963 г. было зафиксировано превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) фенола в 13 раз, аммиака – в 3,5 раза, двуокиси азота – в 17 раз, оксида углерода – в 6 раз.

Для снижения вклада в загрязнение города ЧерМК ОАО «Северсталь» был разработан рабочий проект ЛТ-62649 «Организация санитарно-защитной зоны (СЗЗ) ОАО “Северсталь”», на которое получено санитарно-эпидемиологическое заключение. Реализация предложенного проектом плана мероприятий по снижению выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, включающего в себя технологические, санитарно-технические, организационные и планировочные мероприятия, должна привести к снижению концентраций примесей до уровня гигиенических нормативов на границе СЗЗ к 2015 г. по всем компонентам, что обеспечит приемлемую величину риска для здоровья населения города Череповца.

Вместе с тем расчеты показали, что в течение периода проведения всего комплекса воздухоохранных мероприятий часть населения г. Череповца будет испытывать избыточные дозовые нагрузки и поэтому нуждается в проведении дополнительных оздоровительных мероприятий. В связи с этим параллельно с реализацией проекта организации СЗЗ ЧерМК ОАО «Северсталь» в городе Череповце с 2004 г. начата реализация комплексной программы «Снижение воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения, проживающего в зоне влияния промышленных предприятий г. Череповца на 2004–2015 гг.», которая в дальнейшем была реорганизована в ДЦП «Экология города на 2009–2015 гг.» и «Комплексный план действий по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду и здоровье населения до 2015 г.». Выполнение мероприятий программ,

в том числе проведение медико-экологической реабилитации, указывает на положительную динамику в снижении экологозависимых хронических заболеваний и состояний, уровня заболеваемости и смертности населения, проживающего в зоне влияния выбросов промышленных предприятий.

В ходе реализации данных программ создан центр профилактической и восстановительной медицины, открываются отделения эндоэкологической реабилитации в лечебно-профилактических учреждениях и кабинеты психоэмоциональной разгрузки в лечебно-профилактических и образовательных учреждениях. Внедряется система индикаторов состояния эндоэкологического статуса населения. Осуществляется подготовка медицинских кадров в области эндоэкологической реабилитации, натуротерапии, нутрициологии. Организована система контроля качества и эффективности проводимых мероприятий, мониторинга здоровья населения.

Поэтапное выполнение природоохранных мероприятий программы позволяет достигать положительной динамики в снижении уровней загрязнения среды обитания до безопасных значений. Так, за время реализации программы, начиная с 2004 г., при росте промышленного производства объем валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух города Череповца сократился в среднем на 20,0 тыс. тонн. Это привело к снижению с 24,5 % в 2005 г. до 3,2 % в 2012 г. удельного веса неудовлетворительных проб атмосферного воздуха, отобранных для исследований на границе санитарно-защитной зоны ЧерМК ОАО «Северсталь».

Вместе с тем ЧерМК ОАО «Северсталь» до настоящего времени не достигнуты нормативы предельно допустимых выбросов сероводорода, неорганической пыли с содержанием SiO_2 менее 20 % и пыли ферросплавов, расчётные приземные концентрации которых на границе санитарно-защитной зоны предприятия превышают установленные ПДК.

В сравнении с 2005 г. концентрации исследуемых загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на расстоянии 1000 м от границы ОАО «Северсталь» значительно снизились: по фенолам с 1,2 ПДК в 2005 г. до 1,0 ПДК в 2012 г., по нафталину – с 2,6 до 0,5 ПДК, по сероводороду – с 2,3 до 0,87 ПДК, по взвешенным веществам – с 1,3 до 0,7 ПДК соответственно.

Выполнение мероприятий программы, в том числе проведение медико-экологической реабилитации, указывает на положительную динамику в снижении экологозависимых хронических заболеваний и состояний, уровня заболеваемости и смертности населения, проживающего в зоне влияния выбросов промышленных предприятий.

Анализ состояния здоровья населения также свидетельствует о его улучшении по ряду показателей. По данным Всемирной организации здравоохранения, индикаторной группой, указывающей на взаимосвязь смертности и состояния окружающей среды, являются новорожденные дети.

С 2005 г. в Череповце отмечается улучшение показателей состояния здоровья новорожденных как по отношению к 2012 г., так и к ряду лет предыдущего периода. Отмечается снижение на 16,0 % частоты рождения больных детей, снижение на 33,0 % частоты рождения детей с замедлением роста и недостаточностью питания. В 1,3 раза снизился показатель младенческой смертности и составил 7,9 на 1 тыс. родившихся живыми (2005 г. – 9,8 на 1000 населения).

Заболеваемость населения представляет серьезную социальную проблему и характеризуется ростом общей заболеваемости населения, увеличением частоты хронических заболеваний и снижением средней продолжительности жизни.

Ежегодно в Череповце регистрируется более 400,0 тыс. случаев заболеваний населения острыми и хроническими болезнями, около половины из которых – с впервые установленным диагнозом.

В структуре общей заболеваемости по группам населения в 2012 г. дети 0–14 лет составили 36,3 %, подростки – 5,3 %, взрослые – 58,4 %, в структуре первичной заболеваемости доля детей и подростков возрастает соответственно до 49,6 и 5,6 %, а взрослых – снижается до 44,8 %. Это свидетельствует о накоплении хронической патологии у населения старше 18 лет.

В структуре впервые выявленной заболеваемости детей в 2012 г. наибольший удельный вес от всех случаев заболеваний составляют болезни органов дыхания (63,8 % у детей), на втором месте – болезни органов пищеварения, на третьем – болезни эндокринной системы, на четвертом месте – болезни крови и кроветворных органов.

Загрязнение атмосферного воздуха является одним из важнейших факторов среды обитания человека ввиду многокомпонентности загрязнения и реализации прямого ингаляционного пути поступления токсических веществ в организм человека.

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).

Воздействие окиси углерода, сернистого газа, оксидов азота, формальдегида, взвешенных веществ существенно влияет на рост общей заболеваемости населения, повышение уровня распространенности острых респираторных инфекций, хронических неспецифических заболеваний органов дыхания, аллергических заболеваний, ишемической болезни сердца, гипертонической болезни, болезней нервной системы, а содержание канцерогенных веществ провоцирует рост злокачественных новообразований.

Материалы научных исследований, проведенных ранее на территории г. Череповца, показывают, что вклад атмосферных загрязнений и метеоусловий в формирование общей заболеваемости детей составляет от 53 до 76,7 %.

При анализе заболеваемости бронхиальной астмой было установлено, что величина показателя заболеваемости была тесно связана с близостью к промышленной зоне ЧерМК ОАО «Северсталь»: наличие повышенного уровня заболеваемости и значительный разброс показателей в пределах 165–2600 м от промплощадки, в то время как за пределами 3-километровой зоны частота регистрации бронхиальной астмы заметно снижалась.

На фоне снижения уровней загрязнения атмосферного воздуха в последние годы в Череповце наблюдается значительное (особенно с 2007 г.) снижение заболеваемости детей маркерными экологозависимыми типами патологии, такими как бронхиальная астма и хронические болезни аденоидов и миндалин, данные о которых характеризовались значительной корреляционной связью с близостью местожительства к промплощадке ОАО «Северсталь», а также аллергическими ринитами. Так, заболеваемость бронхиальной астмой среди детей в 2012 г. уменьшилась в 1,5 раза по сравнению с 2004 г. и составила 182 на 100 тыс. населения

против 282; практически в 2,0 раза снизилась заболеваемость хроническими болезнями миндалин и аденоидов; 1,3 раза сократилась заболеваемость среди детей аллергическим ринитом.

Поэтапная реализация проекта организации СЗЗ ЧерМК ОАО «Северсталь» и городских программ по обеспечению здоровья населения привели к положительной динамике в снижении экологозависимых хронических заболеваний и состояний, уровня заболеваемости и смертности населения, проживающего в зоне влияния выбросов промышленных предприятий, к снижению уровней загрязнения среды обитания.

В 2012 г. ЧерМК ОАО «Северсталь» выполнен ряд воздухоохранных мероприятий: проведено совершенствование системы полива на шлаковых полях, конвертерного производства (строительство системы очистки неорганизованных выбросов), электросталеплавильного производства, а именно проведена реконструкция системы очистки выбросов печи «Фукс», осуществлен текущий ремонт на 19 системах очистки газов в различных подразделениях предприятия.

Вместе с тем для достижения установленных уровней загрязняющих веществ на границе СЗЗ ЧерМК ОАО «Северсталь» к 2015 г. требуется завершение всех запланированных мероприятий проекта в комплексе с продолжением медицинской реабилитации как детского, так и взрослого населения.

Ранжирование родников Саратовской области по санитарно-гигиеническому качеству воды

Е.В. Ковалёва, А.А. Орлов

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей
и благополучия человека,
г. Саратов, Россия

Вода является одним из важнейших факторов нормальной жизнедеятельности человека. Низкое качество водопроводной воды заставляет местное население обращаться к традиционным источникам питьевой воды – родникам.

В правобережных районах Саратовской области более 60 % сельского населения пользуется родниковой водой. В условиях нестабильной работы водопроводов, низкой эффективности эксплуатируемых водоочистных сооружений, износа разводящих сетей, недостаточной надёжности электроснабжения и т.д. родники играют важную роль в качестве альтернативного источника доброкачественной питьевой воды для местных жителей.

В течение десятилетий родники позволяют бесплатно снабжать население высококачественной питьевой водой. Это полностью автономные, резервные источники питьевой воды, уникальные элементы природного ландшафта, а также любимые места отдыха населения. В то же время, в отличие от артезианских, родниковые воды, как правило, слабо защищены от влияния внешних загрязнителей. Водовмещающие породы в Саратовской области в основном представлены песками, опоками, песчаниками и мергелями. В связи с этим на них могут оказывать отрицательное воздействие инфильтрационные воды, загрязненные стоками селитебных и орошаемых территорий, животноводческих ферм и птицефабрик, предприятий по переработке сельхозпродукции и т.д.

Целью исследования являлась гигиеническая оценка родников и ранжирование их с учетом санитарно-химических показателей качества воды.

В качестве объектов исследования были выбраны правобережные родники в Аркадакском, Аткарском, Базарно-Карабулакском, Балтайском, Балашовском, Воскресенском, Вольском, Екатеринвоском, Калининском, Новобурасском, Лысогорском, Романовском, Ртищевском, Саратовском, Татищевском Турковском, Хвалынском районах, а также родники, расположенные в Ивантеевском и Краснокутском районах Заволжья. Качество воды нецентрализованного водоснабжения оценивали в соответствии с СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников».

Исследование родников проводилось на обустроенных источниках в летний сезон – период наиболее интенсивного забора воды для питьевых и бытовых нужд.

Из 124 изученных родников соответствовали требованиям СанПиН 2.1.4.1175-02 по величине привкуса 98,4 % источников; цветности – 92,7 %; мутности – 93,5 %; общей жёсткости – 97,6 %; содержанию хлоридов – 98,4 %; по содержанию сульфатов, сухого остатка, а также величине перманганатной окисляемости – 98,2 %; по содержанию железа – 96 % (таблица).

Результаты исследования качества воды родников Саратовской области

Показатель	Родники соответствуют СанПиН 2.1.4.1175-02, %	Родники не соответствуют СанПиН 2.1.4.1175-02, %
Привкус, балл	98,4	1,6
По цветности	92,7	7,3
По мутности	93,5	6,5
Общая жёсткость	97,6	2,4
Хлориды	98,4	1,6
По содержанию сульфатов	99,2	0,8
По содержанию сухого остатка	99,2	0,8
По перманганатной окисляемости	99,2	0,8
По содержанию железа	96,0	4,0

Из всех обследованных подземных водоисточников не соответствовали санитарно-гигиеническим требованиям по органолептическим показателям (привкус и запах – 3–5 баллов) 1,6 % родников. Это родники Аркадакского района (с. Семёновка) и Новобурасского района (с. Лох).

По показателю «цветность» имели отклонения 7,3 % источников; наибольшее превышение значения цветности было зафиксировано в роднике с. Садовое –

65,0 градусов (Красноармейский район). Превышение мутности воды зафиксировано в 6,5 % родников, в том числе в роднике с. Алай (6,1 мг/дм³) Балтайского района.

Повышенной жесткостью характеризовалось 2,4 % родников. В роднике Святой Источник «Вавилов Дол» (Ивантеевский район) содержание сухого остатка, а также хлоридов и сульфатов превышало норму более чем в 2,5 раза. Превышение содержания железа наблюдалось в 4 % от общего количества исследуемых источников. В Ивантеевском районе в Святом Источнике «Вавилов Дол» содержание железа превышало норму в 34 раза.

Таким образом, анализ результатов проведенного исследования показал, что подавляющее большинство протестированных водоисточников (более 90 %), используемых жителями правобережных районов Саратовской области, могут в настоящее время служить надежным источником доброкачественной питьевой воды. В то же время наличие на территории области родников, качество воды которых не соответствует действующим санитарным нормам, требует повышенного внимания к этим альтернативным источникам воды, особенно в период паводка, и обязательного обследования перед разрешением к использованию, разработки, в случае необходимости, соответствующих рекомендаций по повышению качества воды (системы очистки, кондиционирования и т.д.).

Оценка риска, связанного с воздействием негативных поведенческих практик на здоровье женского населения г. Нижний Тагил

Е.А. Рязанова

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Федеральный научный центр медико-профилактических
технологий управления рисками здоровью населения»,
г. Пермь, Россия

Согласно ст. 1, 2 Федерального закона № 52-ФЗ от 30.03.1999 г. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», санитарно-эпидемиологическое благополучие населения достигается посредством получения научно обоснованных знаний в области определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания. Полученные знания выступают важным информационным ресурсом при разработке и реализации приоритетных санитарно-противоэпидемических мероприятий [2].

В отечественной и западной практике имеется значительное количество исследований, посвященных оценке зависимостей состояния здоровья населения от действия факторов образа жизни (Marmot M., Bell R., Doll R., Talmud P., Ben-Shlomo Y.,

Wilkinson R., Н.М. Амосов, Д.Г. Заридзе, Л.И. Некрасова и др.). Однако научных работ, направленных именно на оценку риска и прогноз развития неинфекционных заболеваний, связанных с воздействием факторов образа жизни населения, как на групповом, так и на популяционном уровнях, является недостаточно.

В этой связи специалистами ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» в апреле 2013 г. было проведено социологическое исследование, целью которого являлась оценка риска развития неинфекционных заболеваний, связанных с воздействием факторов образа жизни среди женского населения г. Нижний Тагил.

Объем выборочной совокупности составил 129 человек. Способ отбора респондентов – стихийный, основанный на принципах добровольности участия в опросе и доступности респондентов. Группы выровнены по социально-экономическим параметрам. Средний возраст респондентов составил 40,13±0,91 г. Сформированная выборочная совокупность не обладает свойством репрезентативности по отношению к генеральной, однако результаты, полученные при проведении исследования на подобной выборке, способны продемонстрировать общее направление поведенческих практик респондентов.

Среди исследуемой совокупности женщин было проведено раздаточное индивидуальное анкетирование. Анкета включала вопросы, характеризующие регулярные поведенческие практики респондентов в отношении табакокурения, употребления алкоголя и соблюдения норм правильного питания.

Полученные данные были использованы для реализации процедуры оценки риска для здоровья женского населения, позволившей определить выраженность факторов образа жизни в исследуемой группе, а также причинную обусловленность развития определенного заболевания, связанного с воздействием конкретного фактора.

Оценка риска, связанного с воздействием факторов образа жизни на здоровье женского населения, осуществлялась в соответствии с этапами анализа риска, обозначенных в методических рекомендациях «Оценка риска, связанного с воздействием факторов образа жизни на здоровье населения» (МР 2.1.10.0033–11) [1]. Величина приведенного относительного уровня риска R_t, составляющая менее 0,001, классифицировалась как низкий уровень риска, находящаяся в диапазоне 0,001–0,35 – как средний (умеренный) риск, свыше 0,35 – как высокий риск.

На этапе «Идентификация опасности» с помощью методов корреляционного и дисперсионного анализа был составлен перечень приоритетных факторов риска. Для включения того или иного фактора образа жизни в дальнейшую процедуру оценки риска применена критериальная таблица отбора факторов (представленная в методических рекомендациях), указывающих на повышенную опасность для здоровья. На основе данной таблицы для каждого фактора были определены критические значения, установлены наиболее важные вредные эффекты (критические органы/системы).

На этапе оценки зависимости «фактор–эффект» при расчете усредненного индивидуального риска использовались показатели суточного поступления никотина, чистого алкоголя в организм, а также значения интегрального индекса нарушения питания.

Показатель среднесуточного поступления никотина в организм (F^K) был рассчитан по формуле вида:

$$F^K = \frac{\sum S_i \cdot K_i}{n}, \quad (1)$$

где S_i – среднее (по выборке) количество сигарет, потребленных в i-й день (шт.), K_i – среднее содержание никотина (по выборке) в сигарете (мг), n – количество дней, фигурировавших в анализе.

Для оценки зависимости «фактор – ответ» в отношении влияния злоупотребления алкоголем на здоровье использовался показатель суточного поступления чистого алкоголя в организм (F^A):

$$F^A = \frac{\sum_i \sum_b A_i^b k^b}{n}, \quad (2)$$

где A_i^b – среднее (по выборке) количество алкогольного напитка типа b, потребленного в i-й день (г), k^b – коэффициент перевода в «чистый алкоголь» алкогольного напитка типа b, n – количество дней, взятых для анализа.

Для расчета индекса были использованы переменные, отражающие частоту и количество выпиваемого определенного алкогольного напитка. Все переменные имели вид порядковой шкалы, состоящей из 9 градаций, характеризующих частоту употребления конкретного алкогольного напитка за годовой период и его среднее количество в употреблении за один раз. Далее был осуществлен перевод переменных, отражающих количество определенного употребляемого алкоголя в этанол, поступающий в организм обычно за один раз. Таким образом, мы получили унифицированные переменные метрического типа, на основе которых было рассчитано среднее количество чистого алкоголя в граммах, поступивших в организм при употреблении конкретного алкогольного напитка.

Далее расчет индекса F^A осуществлялся на основе произведения значений переменных, отражающих среднюю частоту выпиваемого конкретного алкогольного напитка (за недельный период употребления) и среднее количество чистого алкоголя в граммах, поступивших в организм с данным алкоголем.

Интегральный индекс нарушения питания рассчитывался по формуле вида:

$$F^P = \frac{N_{\text{мод}} + A_{\text{мод}}}{2}, \quad (3)$$

где $N_{\text{мод}}$ – показатель, характеризующий дневную частоту приемов пищи, $A_{\text{мод}}$ – переменная, соответствующая энергетическому рациону питания респондента, приходящемуся на ужин, относительно дневного рациона. Индекс имеет вид ординальной шкалы, состоящей из 3 градаций, где значение «1» соответствует нормальному потреблению пищи, «2» – умеренному, «3» – крайне редкому. Показатели, составляющие формулу, считались равнозначными, значение варьировалось от 1 до 3. Критическое значение F^P равно 1,5.

Для расчета показателя $A_{\text{мод}}$ были использованы переменные, характеризующие типичный энергетический рацион респондента. Данные переменные имели вид дихотомической шкалы, где участникам опроса предоставлялось право

неограниченного выбора тех позиций (блюд), которые обычно входят в их рацион на завтрак, обед и ужин. В дальнейшем указанные переменные были подвергнуты процедуре перекодировки, где индивидуально для каждого респондента было рассчитано среднесуточное количество килокалорий, поступивших в организм с пищей. Далее рассчитана доля килокалорий, поступивших во время ужина, относительно всего дневного энергетического рациона. Значения полученной переменной, находящиеся на отрезке от 0 до 50 % были закодированы «1», что являлось нормой, в интервале от 50 до 70 % – «2» как умеренные, свыше 70 % – «3» как неприемлемые.

На этапе идентификации приоритетных факторов риска определено, что наиболее опасным фактором образа жизни в исследуемой совокупности женского населения Нижнего Тагила является табакокурение. Выраженность таких важных факторов образа жизни, как неправильное питание и злоупотребление алкоголем, в детерминации неинфекционной заболеваемости для данной выборки является не критичной (умеренной).

Так, значение среднесуточного количества чистого алкоголя составило 5,91 мл. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (Guide of Mental Health in Primary Care), предельной дневной нормой чистого алкоголя для женщин является дозировка в 16 г этанола.

Усредненное по выборке значение показателя F^P составило 1,11±0,02, что также не превышает критический уровень. Согласно методическим рекомендациям «Оценка риска, связанного с воздействием факторов образа жизни на здоровье населения», критическое значение F^P равно 1,5.

По фактору «Активное курение» критическим является значение показателя F^K – 0,1 мг никотина/сут., что соответствует выкуриванию 1 сигареты с минимальным содержанием никотина в день.

Анализ показал, что большинство женщин (38,3 % (95%-ный ДИ: 29,7–46,9)), принявших участие в исследовании, имеют опыт активного курения, в том числе являются регулярно курящими 11,7 % (95%-ный ДИ: 6,3–18,0) опрошенных.

Основными детерминантами табакокурения в исследуемой группе респондентов являются возраст (r = 0,31, $p \leq 0{,}05$), уровень образования (r = –0,23, $p \leq 0{,}05$) и дохода (r = 0,23, $p \leq 0{,}05$).

Средний стаж курения в группе регулярно курящих женщин составил 15,5±2,23 г. В данной когорте в среднем выкуривают 9 сигарет в день, максимальное количество потребления сигарет приходится на возрастную группу 36–45 лет (11 сигарет), а минимальное – на группы респондентов в возрасте до 35 лет и от 56 лет и старше (значение показателя для обеих групп – 8 сигарет в день). Среднее значение содержания никотина в выкуриваемых сигаретах – 0,5 мг/сиг. Значение F^K среди всей совокупности женщин составило 4,36±0,63 мг.

В ходе оценки зависимостей на этапе «фактор – эффект» было установлено, что низкий риск развития ИБС (соответствует верхней границе приемлемого риска) от действия фактора «Табакокурение» отмечается для женщин возрастной группы от 18 до 58 лет (усредненное значение приведенного относительного риска – 1,33E-04).

Риск формирования ИБС среднего или умеренного уровня (при условии неизменной интенсивности действия фактора) будет достигнут к 59 годам (1,09 E-02) и сохранится до 72 лет (1,17E-02).

Низкий уровень усредненного индивидуального риска развития рака легкого сохранится до 61 года. Умеренный риск развития рака легкого в исследуемой совокупности женщин будет достигнут к 67 годам (со значением 1,03E-03), к 70 годам – 2,09E-03, а к 74 годам – 3,36E-03. Также на основании расчета приведенного относительного риска было установлено, что неприемлемый или высокий риск развития заболевания раком легкого в исследуемой совокупности не будет достигнут.

Таким образом, в ходе проведенного исследования было установлено, что наиболее значимым фактором в детерминации неинфекционной заболеваемости, в частности, риска развития сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, среди женского населения Нижнего Тагила является выраженная никотиновая зависимость. Поскольку в исследовании принимали участие исключительно женщины, выявлено, что интенсивность их курения является менее значительной в сравнении с мужчинами. Тем не менее существует выраженное отличие между риском развития конкретного заболевания, не обремененного действием фактора «Табакокурение» (естественные процессы старения организма), и риском развития заболевания под действием фактора. Так, развитие онкологических заболеваний (рак легкого) значительно выше среди регулярно курящих женщин в возрасте 46 лет (1,04E-04) в сравнении с некурящими в этом же возрасте (1,77E-05).

Таким образом, мероприятия, направленные на изменение индивидуальных профилей риска в исследуемой группе населения, требуют предварительного анализа конкретных условий. Построение действенной политики в области управления здоровьем женщины должно строиться в соответствии с осознанием определенных предпосылок возникновения и реализации тех или иных факторов риска, непосредственно влияющих на изменение состояния здоровья, адекватной оценки долгосрочных эффектов их воздействия и, следовательно, комплексного многоуровневого подхода к управлению.

Список литературы

1. Оценка риска, связанного с воздействием факторов образа жизни на здоровье населения: методические рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 62 с.

2. Федеральный закон № 52-ФЗ от 30 марта 1999 г. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (с изменениями и дополнениями) / Консультант Плюс.

Социально-гигиенический мониторинг инвалидности детей в Алтайском крае

И.П. Салдан, А.С. Катунина, А.А. Ушаков

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Алтайскому краю, г. Барнаул, Россия

Инвалидность и вопросы помощи лицам с ограниченными жизненными физическими и психическими возможностями занимают одно из ведущих мест среди социально-экономических проблем, имеющих общегосударственное значение. Инвалидность является одним из важнейших маркеров социального неблагополучия населения.

Цель изучения распространения общей инвалидности детей (далее – ИД) в Алтайском крае (далее – край) – определение совокупности ряда здоровьеобразующих факторов (например, таких как социально-экономические и показатели медицинского обеспечения населения), влияющих на уровень детской инвалидности в крае [2].

В работе были использованы статистический и корреляционный анализы. Данные оценены за временной период ведения мониторинга – 1999–2012 гг.

В результате проведенной оценки показателей за временной период ведения мониторинга установлено, что показатель общей ИД в возрасте 0–17 лет в крае с 1999 по 2012 г. вырос в 1,1 раза (коэффициент роста базисный – 1,12) со средним темпом прироста 1,0 % в год (коэффициент роста цепной – 1,01), в то же время распространенность общей ИД в городах незначительно снизилась (на 1,4 %), а в сельских административных районах выросла в 1,2 раза (коэффициент роста базисный – 1,23). Наибольшая интенсивность процесса в крае отмечена в 2001 г. (коэффициент роста цепной – 1,2), когда общая ИД возросла в 1,2 раза (или на 20,0 %) (рисунок).

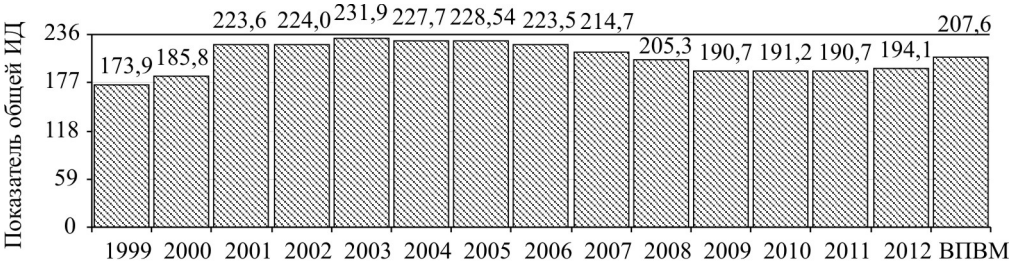


Рис. Динамика показателей общей инвалидности детей в Алтайском крае за 1999–2012 гг.

В результате проведенной оценки показателей установлены ведущие причины первичной инвалидности детей (показатели на 10 000 детского населения в воз-

растной группе 0–17 лет): на *первом ранговом месте* среди всех причин находятся психические расстройства и расстройства поведения, которые составляют 42,7 % от всех причин, интенсивный показатель составляет 88,67 $^0/_{000}$, в том числе в структуре психических расстройств умственная отсталость составляет 77,6 %, интенсивный показатель – 68,81 $^0/_{000}$. На *втором месте* – болезни нервной системы – 20,16 % от всех причин, интенсивный показатель – 41,85 $^0/_{000}$; на *третьем месте* – врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения – 11,87 %, интенсивный показатель – 24,64 $^0/_{000}$; на *четвертом месте* – болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ – 4,01 %, интенсивный показатель – 8,33 $^0/_{000}$; на *пятом месте* – болезни глаза и придаточного аппарата – 3,98 %, интенсивный показатель – 8,26 $^0/_{000}$; на *шестом месте* – болезни уха и сосцевидного отростка – 3,47 %, интенсивный показатель – 7,2 $^0/_{000}$; на *седьмом месте* – болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани – 2,67 %, интенсивный показатель – 5,54 $^0/_{000}$; на *восьмом месте* – новообразования – 2,16 %, интенсивный показатель – 4,49$^0/_{000}$; на *девятом месте* – болезни органов дыхания – 1,81 %, интенсивный показатель – 3,75 $^0/_{000}$; на *десятом месте* – травмы, отравления и некоторые другие последствия внешних причин – 1,75 %, интенсивный показатель – 3,63$^0/_{000}$; на *одиннадцатом месте* – болезни мочеполовой системы – 1,61 %, интенсивный показатель – 3,35 $^0/_{000}$; на *двенадцатом месте* – некоторые инфекционные и паразитарные болезни – 1,02 %, интенсивный показатель – 2,13 $^0/_{000}$; на *тринадцатом месте* – болезни органов пищеварения – 0,82 %, интенсивный показатель – 1,71 $^0/_{000}$; на *четырнадцатом месте* – болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм – 0,69 %, интенсивный показатель – 1,43 $^0/_{000}$; на *пятнадцатом месте* – болезни системы кровообращения – 0,43 %, интенсивный показатель – 0,9 $^0/_{000}$; на *шестнадцатом месте* – болезни кожи и подкожной клетчатки – 0,23 %, интенсивный показатель – 0,48 $^0/_{000}$; на *семнадцатом месте* – отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде – 0,21 %, интенсивный показатель – 0,44 $^0/_{000}$.

По результатам проведенного корреляционного анализа ИД в крае (на 10 000 детского населения в возрастной группе 0–17 лет) за временной период ведения мониторинга по медико-демографическим и социально-экономическим показателям установлены следующие закономерности [1]:

1. Значимая положительная сильная связь (r = 0,82; p = 0,05) – между высоким уровнем ИД в сельских административных районах края (223,04 $^0/_{000}$) и *обеспеченностью медицинскими кадрами*, в том числе врачебными. Таким образом, высокий уровень ИД в сельских административных районах края (223,04 $^0/_{000}$) можно связать с наличием медицинских кадров и высоким уровнем их профессиональной подготовки; использованием современных диагностических технологий, способствующих росту выявляемости заболеваний и формированию инвалидности у детей. Показатель общей ИД в крае (в возрастной группе 0–17 лет) за временной период ведения мониторинга увеличился в 1,1 раза, со средним темпом роста 1,08 % в год. Распространенность общей ИД в сельских административных районах выросла в 1,2 раза, темп роста составил в среднем 1,01 % в год.

2. Значимая положительная сильная связь (r = 0,86, p = 0,05) – между высоким уровнем ИД по причине психических расстройств и расстройств поведения

(88,67 $^0/_{000}$) и высокими показателями *заболеваемости психическими расстройствами среди всего населения* края (114,5 $^0/_{000}$). Показатель общей ИД по данной причине за временной период ведения мониторинга вырос в 2,1 раза.

3. Положительная сильная связь (r = 0,72; p = 0,05) – между высоким уровнем ИД, связанным с врожденными аномалиями (пороками развития), деформаций хромосомных нарушений (24,64 $^0/_{000}$) и показателями *врожденных аномалий (пороков развития), деформаций и хромосомных нарушений у детей первого года жизни* (555,6 $^0/_{000}$).

4. Положительная средняя связь (r = 0,58; p = 0,05) – между уровнем ИД по причине некоторых инфекционных и паразитарных заболеваний (1,02 $^0/_{00}$) и показателями *некоторых инфекционных и паразитарных заболеваний у детей первого года жизни* (425,53 $^0/_{000}$). Показатель первичной ИД по причине туберкулеза составляет 1,7 $^0/_{000}$. На инвалидизацию детей и подростков по причине туберкулеза приходится около 5,1 % от всей инвалидизации детей.

5. Отрицательная связь показателей общей ИД:

– с показателями денежных доходов, в среднем на душу населения по краю (r = – 0,58; p = 0,05) (2000 г. – 1 224,2; 2001 г. – 1 690,7; 2002 г. – 2 194,2; 2003 г. – 2 894,5; 2004 г. – 3 495,7; 2005 г. – 4 579,8; 2006 г. – 6 255,9; 2007 г. – 7 438,0; 2008 г. – 9 748,6; 2009 г. – 9 606,3; 2010 г. – 10 926; 2011 г. – 12 408 рублей в месяц); с численностью занятого в экономике населения (r = –0,32, p = 0,05); со среднемесячной номинальной начисленной заработной платой одного работника (r = –0,33, p = 0,05); с инвестициями в основной капитал (r = –0,31, p = 0,05). Таким образом, чем выше денежный доход в среднем на душу населения в крае, численность занятого в экономике населения, среднемесячная номинальная начисленная заработная плата одного работника, инвестиции в основной капитал, тем ниже уровень инвалидности детей в возрастной группе 0–17 лет;

– с долей сельского населения в общей структуре населения края (r = –0,6; p = 0,05). На 1 января 2012 г. доля сельского населения в крае составляла 44,85 % (1 079,64 тыс. человек), городского (включая города и рабочие поселки) – 55,15 % (1 327,59 тыс. человек);

– с уровнем благоустройства жилья (r = –0,3; p = 0,05) и количеством жилой площади на 1 человека (r = –0,58; p = 0,05). На конец 2011 г. общая площадь жилых помещений, оборудованных водопроводом (r = –0,38; p = 0,05), канализацией (r = –0,50; p = 0,05), отоплением (r = –0,42; p = 0,05), горячим водоснабжением (r = –0,27; p = 0,05), газом или напольными электроплитами (r = –0,39; p = 0,05) (тыс. м^2), в городских населенных пунктах составила 92,0 % от общекраевого значения. Это подтверждает тот факт, что инвалидизация детей выше в сельских районах в связи с худшими социально-экономическими условиями жизни, в том числе недостаточным благоустройством жилья. Распространенность *общей инвалидности* в сельских районах увеличилась в 1,2 раза.

Начиная с 90-х гг. прошлого века проблему защиты прав и интересов детей-инвалидов все чаще рассматривают с позиций качества жизни ребенка и его семьи. При этом улучшение качества жизни предусматривает необходимость комплексной медико-социальной реабилитации, психологической коррекции, физической адаптации ребенка с ограниченными возможностями. При исследовании качества жизни детей-инвалидов в зависимости от места жительства выявлено,

что показатели качества жизни городских детей-инвалидов выше, чем у детей сельских поселений [1].

Анализ данных научной литературы свидетельствует о том, что несмотря на все большее внимание, уделяемое вопросам инвалидности детей, эта проблема, особенно в регионах, остается недостаточно изученной и актуальной.

Исследование основных факторов риска формирования инвалидности детского населения в Алтайском крае выявило следующие закономерности: инвалидизация детей регистрируется в условиях низкого уровня культуры и качества жизни населения, в том числе недостаточного благоустройства жилья, низкого развития социальной инфраструктуры, недостаточной заработной оплаты труда работающих. Отмечена прямая связь между уровнем инвалидности и обеспеченностью медицинскими кадрами. В то же время нужно сказать, что большое число сельских населенных пунктов края характеризуется отдаленностью или недоступностью профилактических, лечебных и реабилитационных мероприятий медицинской помощи населению.

Материалы анализа использовались при подготовке законопроекта краевой целевой программы «Сохранение и развитие здоровья детей школьного возраста в Алтайском крае на 2011–2015 гг.».

Управлением Роспотребнадзора по Алтайскому краю совместно с Федеральным казенным учреждением «Главное бюро медико-социальной экспертизы по Алтайскому краю» выпущены монографии «Инвалидность детей в Алтайском крае на основе социально-гигиенической паспортизации территории» (2011); «Инвалидность детей Алтайского края: распространенность, структура, динамика, факторы риска (на основе социально-гигиенического паспорта за 1999–2011 гг.)» (2012) в рамках исполнения государственной функции по информированию органов государственной власти.

Список литературы

1. Салдан И.П. Инвалидность детей Алтайского края: распространенность, структура, динамика, факторы риска (на основе социально-гигиенического паспорта за 1999–2011 гг.). – Барнаул, 2012. – 233 с.

2. Социально-гигиенический мониторинг. Инвалидность детей. Сбор, обработка и анализ показателей: методические рекомендации. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 68 с.

Мониторинг за индикативным показателем внешнесредового влияния на здоровье населения Кемеровской области

А.В. Бачина[1], К.Г. Громов[2], Л.А. Глебова[1]

[1] Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Кемеровской области»,
[2] Кемеровская государственная медицинская академия,
г. Кемерово, Россия

Для комплексной оценки возможной опасности действия факторов внешней среды многие авторы предлагают использовать врожденные пороки и аномалии развития (далее – ВПР) в качестве индикатора опасности как внешнесредовых мутагенных, так и тератогенных воздействий. Особое значение это имеет для территорий с высокими уровнями антропотехногенной нагрузки [3, 5].

Кемеровская область по совокупности имеющихся природных ресурсов занимает ведущее место в Западной Сибири. На территории области сконцентрированы крупные предприятия угольной, металлургической, химической, машиностроительной, энергетической, строительной и других отраслей промышленности. Эти предприятия совместно с автотранспортом являются источниками загрязнения окружающей среды – атмосферного воздуха, почвы, воды. Все это на протяжении длительного времени создает в городах и прилегающих к ним районах неблагоприятную экологическую ситуацию, а также повышает риск возникновения заболеваний среди населения.

Цель работы – изучить структуру, динамику и тенденции к росту врожденных пороков и аномалий развития у детей на территории Кемеровской области, определить территории риска по врожденным порокам и установить взаимосвязи между факторами среды обитания и частотой выявления врожденных пороков развития.

По данным Всемирной организации здравоохранения ежегодно врожденные пороки регистрируются у 4–6 % новорожденных, а их доля в структуре младенческой смертности составляет 20–30 % [2].

В Кемеровской области доля встречаемости ВПР составляет в среднем 5,3 %. В структуре младенческой смертности на ВПР приходится 20,7 %, они стабильно занимают второе ранговое место после некоторых причин перинатальной смертности (33,4 %).

В 2011 г. в Кемеровской области по показателям ВПР у детей первого года жизни отмечается статистически значимый темп роста в 1,7 раза от уровня 2005 г. По административным территориям Кемеровской области значительный темп роста наблюдается в городах: Анжеро-Судженске – в 5,7 раза, Березовском – в 3,7, Кемерово – в 2, Киселевске – в 3,6, Ленинске-Кузнецком – в 5,6, Мыски – в 6,4; в районах: Беловском районе – в 7,9 раза, Гурьевском – в 4,8, Кемеровском – в 5,6, Ленинск-Кузнецком – в 7,3, Мариинском – в 7,4, Таштагольском – в 2,5, Топкинском – в 4,1, Тяжинском – в 9 раз.

По результатам анализа средних многолетних показателей (2005–2011 гг.) регистрации детей первого года жизни с ВПР установлено, что к территориям высокого «риска», на которых уровни ВПР превышают 75-й перцентиль вариационного ряда, относятся г. Кемерово, Киселевск, Новокузнецк, Прокопьевск, Юрга, а также Кемеровский, Крапивинский, Мариинский, Таштагольский районы (рис. 1).

Рис. 1. Ранжирование риска по уровню регистрации врожденных пороков и аномалий развития у детей на территории Кемеровской области

Ведущим пороком у детей в Кемеровской области (по блокам согласно МКБ-X) являются врожденные аномалия системы кровообращения (40,2 %). Далее в порядке убывания ранга следуют врожденные аномалии и деформации костно-мышечной системы (26,2 %), врожденные аномалии половых органов (10,9 %), мочевыделительной системы (4,9 %), расщелина губы и неба (заячья губа и волчья пасть) (3,8 %), другие врожденные аномалии (3,5 %), другие врож-

денные аномалии органов пищеварения (2,9 %), нервной системы (2,5 %), хромосомные нарушения (2,4 %), врожденные аномалии глаза, уха, лица и шеи (2,3 %), органов дыхания (0,4 %).

По административным территориям Кемеровской области распространение ведущего ВПР у детей варьируется. Так, на 26 территориях первое ранговое место занимают врожденные аномалии системы кровообращения, на 8 территориях – врожденные аномалии и деформации костно-мышечной системы (города: Калтан, Киселевск, Новокузнецк, Прокопьевск; районы: Новокузнецкий, Прокопьевский, Таштагольский, Яйский).

Анализ ВПР по 20 нозологическим формам (согласно приказу Минздрава России № 268 от 10.09.1998 г. «О мониторинге врожденных пороков развития у детей») свидетельствует, что доминирующим пороком являются врожденные пороки сердца (далее – ВПС) – 39,98 %, на втором месте – редукционные пороки конечности (далее – РПК) – 27,54 %, на третьем – гипоспадия – 9,19 % (рис. 2).

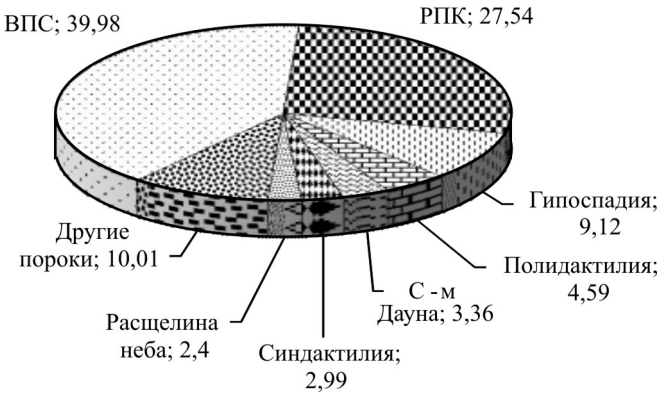


Рис. 2. Структура нозологических форм ВПР (%)

По административным территориям Кемеровской области в структуре нозологических форм ВПР у новорожденных установлены некоторые сходства и различия: так, на 26 территориях первое ранговое место занимают врожденные пороки сердца, на 6 территориях – РПК (города Калтан, Киселевск, Новокузнецк, Прокопьевск и районы Новокузнецкий, Таштагольский), на 1 территории – синдром Дауна (пгт Краснобродский) и 1 территории – гипоспадия (Яшкинский район). Вторые и третьи ранговые места имеют большой разброс нозологических форм ВПР по территориям.

Таким образом, по административным территориям области установлено наличие сходства и различия по ведущей нозологической форме ВПР, что позволяет предположить действие разных факторов в формировании ВПР.

По современным данным, из общего числа аномалий развития примерно 20 % имеют наследственную природу – генные, хромосомные или геномные нарушения; 10 % обусловлены внешними факторами – алкоголем, лекарствами, вирусами, химическими веществами и другими; в 70 % случаев происхождение аномалий остается невыясненным. Невыясненность не означает отсутствие каких-либо определяющих факторов [1].

Развитие угольной, металлургической, химической, машиностроительной, энергетической и других отраслей промышленности в Кемеровской области обусловливает качественный и количественный состав промышленных выбросов, поступающих в атмосферу. По видам экономической деятельности наибольший вклад техногенного воздействия на окружающую среду в Кемеровской области вносят предприятия по добыче полезных ископаемых – 60,0 %, обрабатывающие производства – 20,9 %, производства и распределение электроэнергии, газа и воды – 16,7 %.

Установлена корреляционная зависимость между уровнями ВПР у детей и массами выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от предприятий по добыче полезных ископаемых, в том числе от предприятий по добыче топливо-энергетических полезных ископаемых (r = 0,89; p = 0,0068 и r = 0,964; p = 0,00045).

К городам с наибольшей массой выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух относятся Новокузнецк, Междуреченск, Белово, Осинники, Ленинск-Кузнецкий, Мыски, Полысаево, Прокопьевск, Кемерово. На одного жителя области в среднем приходится 495 кг/год выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников. Удельная нагрузка по выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками на единицу площади области составляет 14,2 т на квадратный километр.

При проведении анализа взаимосвязи между степенью антропогенного загрязнения атмосферного воздуха индустриальными поллютантами и частотой выявления врожденных пороков развития у детей получены достоверные корреляционные зависимости с прямой сильной связью между уровнем ВПР у детей и суммарным объемом выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников (r = 0,89; p = 0,00681), в том числе выбросов газообразных и жидких веществ (r = 0,89; p = 0,0068), углеводородов (r = 0,96; p = 0,0005), метана (r = 0,96; p = 0,00045).

Выводы. Приведенные результаты свидетельствуют о взаимосвязи между факторами среды обитания и частотой выявления врожденных пороков развития у детей, проживающих на территории Кемеровской области. Следовательно, необходимо продолжить ведение ежегодного мониторинга за частотой ВПР у детей, особенно в крупных промышленных центрах, как индикативного показателя внешнесредового влияния вредных факторов на здоровье населения Кемеровской области. Эти индикаторные биомаркеры позволят говорить об адаптации или дезадаптации популяции человека к изменяющимся антропогенным нагрузкам.

Список литературы

1. Балахонов А.В. Ошибки развития. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1990. – 280 с.

2. Кобринский Б.А., Демикова Н.С. Принципы организации мониторинга врожденных пороков развития и его реализация в Российской Федерации // Рос. вестн. пед. и перинатол. – 2001. – № 4. – С. 55–60.

3. Мониторинг врожденных пороков развития у новорожденных в крупном промышленном городе / Я.А. Лещенко, И.В. Мыльникова, Л.Г. Маркелова и др. // Педиатрия. – 2001. – № 3. – С. 77–81.

4. Роль генетических исследований при оценке влияния факторов окружающей среды на здоровье человека / Л.П. Сычев, Ю.А. Рахманин, Ю.А. Ревазова, В.С. Жуков // Гигиена и санитария. – 2005. – № 6. – С. 59–61.

5. Социально-гигиенический мониторинг. Анализ медико-демографических и социально-экономических показателей на региональном уровне: методические рекомендации / Утв. приказом Роспотребнадзора № 341 от 20.09.2010; Консультант Плюс.

О проблемах сбора и утилизации отходов производства и потребления в Республике Башкортостан

Л.О. Кильдюшова[1], Е.Г. Степанов[1], Л.Б. Овсянникова[2]

[1] Управление Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Башкортостан,
[2] Башкирский государственный медицинский университет,
г. Уфа, Россия

Жизнедеятельность населения связана с процессами потребления и неизменно ведет к образованию отходов, являющихся, в основном, твердыми бытовыми отходами. По официальным данным, в последние десятилетия проблема бытовых отходов, особенно в крупных городах, приобрела особую остроту. Накопление твердых бытовых отходов в современном городе достигает 420 кг на человека в год, а ежегодное увеличение отходов на душу населения составляет 4–6 %, что в 3 раза превышает скорость роста населения.

В общей сложности в Российской Федерации накоплено около 7 млрд т отходов, из которых 1 млрд т – опасные отходы. Отходы в значительных количествах образуются в быту, а также во всех базовых отраслях промышленности (сельское хозяйство, энергетика, металлургия, строительство, транспорт, горнодобывающее производство). В среднем на каждого жителя РФ вырабатывается (накапливается) до 15 т различных твердых бытовых отходов в год.

Твердые промышленные и бытовые отходы являются источником поступления вредных химических, биологических и биохимических препаратов в окружающую природную среду. Это создает определенную угрозу здоровью и жизни населения поселка, города и области, а также будущим поколениям.

В 2012 г. на территории республики образовано более 44 млн т промышленных отходов. Из образующихся ежегодно отходов производства и потребления подавляющая часть представляет собой вскрышные породы, пустую породу и хвосты обогащения предприятий, осуществляющих добычу и обогащение полезных ископаемых – ОАО «Учалинский ГОК», Сибайский филиал «Учалинский ГОК», ЗАО «Бурибаевский ГОК» ОАО «Башкирский медно-серный комбинат», относящихся к IV классу опасности (малоопасные).

Ежегодно образуется более 100 т ртутьсодержащих отходов, в основном в результате деятельности ОАО «Каустик». Указанные отходы подлежат захоронению на территории полигона «Цветаевский» (Гафурийский район) в железобетонных траншеях-секционниках.

Централизованный сбор ртутьсодержащих ламп осуществляют 7 предприятий: ГУП НИИ Безопасности жизнедеятельности Республики Башкортостан, ООО «Наптон» (г. Уфа), филиал ГУП «Табигат» (г. Стерлитамак), ЗАО «Искож» (г. Нефтекамск), ООО «Грин» (г. Октябрьский), «Кумертауское авиационное производственное предприятие» и МУП «Транспортная база» (г. Кумертау). В республике функционирует 4 установки по обезвреживанию ртутьсодержащих ламп и приборов общей мощностью более 1,5 млн штук ламп в год: в ГУП НИИ БЖД РБ, ГУП «Табигат» РБ (г. Стерлитамак), ОАО «Искож» (г. Нефтекамск), ООО «НПП “Наптон”» (г. Уфа).

В рамках реализации Республиканской целевой программы «Экология и природные ресурсы Республики Башкортостан» и с целью предотвращения загрязнения окружающей среды Минэкологии Республики Башкортостан в 2011 г. была разработана типовая схема организации сбора, накопления, транспортирования, обезвреживания бытовых ртутьсодержащих отходов в республике, которая предложена органам местного самоуправления для создания системы сбора ртутьсодержащих отходов от населения.

На территории республики 124 предприятия и индивидуальных предпринимателя занимаются сбором и переработкой отходов. Работы по переработке отходов ведутся в основном в городах Уфа, Нефтекамск, Стерлитамак, Октябрьский.

В решение проблемы утилизации твердых бытовых отходов вносит весомый вклад реализация ряда программ районного, городского и республиканского значения, например, разработанная республиканская целевая программа «Совершенствование системы управления твердыми бытовыми отходами в Республике Башкортостан на 2011–2020 гг.», «Экология и природные ресурсы Республики Башкортостан на 2004–2010 гг. и период до 2015 г.» и т.д.

В рамках реализации республиканской целевой программы «Экология и природные ресурсы Республики Башкортостан на 2004–2010 гг. и период до 2015 г.» введены в эксплуатацию 43 полигона ТБО, из них 37 построены на средства из республиканского бюджета. Полигоны ТБО построены в крупных городах и населенных пунктах – в местах наибольшего образования отходов.

Управление и координация деятельности полигонов ТБО, введенных в эксплуатацию за счет средств республиканского бюджета, осуществляется ГУП «Табигат» Республики Башкортостан. В их хозяйственном ведении находится 15 полигонов ТБО.

В рамках реализации целевых программ ведётся строительство 4 полигонов ТБО в городах Белорецк и Белебей, с. Чекмагуш Чекмагушевского района, в д. Сергеевка Уфимского района и проектирование – 8 полигонов ТБО.

В 2012 г. ликвидировано 103 несанкционированных свалки в сельских населенных пунктах Гафурийского, Стерлибашевского, Стерлитамакского, Калтасинского районов.

В 2012 г. Управлением Роспотребнадзора по Республике Башкортостан и его территориальными отделами по вопросам организации планово-регулярной очистки населенных мест и обращению с отходами производства и потребления

проведены плановые и внеплановые мероприятия по надзору на 6155 объектах (в 2011 г. – 8278), совместно с иными органами проведены 18 плановых и внеплановых проверок.

В ходе проведения проверок выявлены следующие нарушения: неудовлетворительное содержание территории населенных мест, дворовых территорий, несвоевременный вывоз твердых бытовых отходов, несоблюдение требовании к сбору, временному хранению и транспортировке медицинских отходов, нарушение требовании к эксплуатации полигонов ТБО и т.д.

За нарушения в области обращения с отходами производства и потребления в соответствии со статьей 8.2 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях применены меры административного взыскания в виде 166 случаев начисленных штрафов (в 2011 г. – 133). Общая сумма штрафных санкций составила 1 630 800 рублей. По административным делам, переданным для рассмотрения по подведомственности судебными органами, вынесено 9 решений о назначении административного наказания в виде штрафов на общую сумму 211 000 рублей и 9 решений об административном приостановлении деятельности.

Медицинских отходов в 2012 г. образовалось 48 тысяч тонн. Сбор, хранение и утилизация медицинских отходов лечебно-профилактических учреждений осуществляется в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.7.2790-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами». Медицинские отходы класса «А» (неопасные) вывозятся по договорам на свалки и полигоны твердых бытовых отходов. Для термического обезвреживания медицинских отходов классов «Б» и «В» функционирует 10 установок. Медицинские отходы класса «Г» вывозятся в ОАО «Искож», ООО «Наптон», ГУП НИИ БЖД РБ, рентгеновские пленки и отработанные фиксажи – в ГУП «Медтехника» г. Уфы. Медицинские отходы класса «Д» за пределы ЛПУ не вывозятся. Сбор и переработку использованных одноразовых шприцев и систем осуществляют следующие специализированные предприятия: ООО «Полипласт», ООО «ЭкоРесурс», ООО «Искра», ООО «Спектр» и т.д.

В 2012 г. ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан» проведены лабораторные исследования 4 235 проб почвы на санитарно-химические показатели (в 2011 г. – 5 268), из них в 589 пробах обнаружены превышения ПДК, что составило – 13,9 % (2011 г. – 14,9 %) от общего количества выполненных исследований. Из них 1 654 – на территории селитебной зоны, в том числе 232 – на территории детских учреждений и детских игровых площадках, 1 233 – в зоне влияния промпредприятий, транспортных магистралей и в местах применения пестицидов, 145 проб отобрано в местах производства растениеводческой продукции, 24 – на территории курортов, 11 – на территории зон санитарной охраны источников водоснабжения и 1 057 – на «прочих» объектах – в зонах рекреации, участках под застройку, в санитарно-защитных зонах полигонов ТБО. Из числа отобранных 4 126 проб на определение солей тяжелых металлов в 9,1 % обнаружено превышение ПДК (в 2011 г. – 14,6 %). На радиологические показатели исследовано 1 135 проб (в 2011 г. – 432) почвы, не отвечающих гигиеническим нормативам не обнаружено. На микробиологические показатели исследовано 1 870 проб (в 2011 г. – 2460), из них 1 544 – на территории селитебной зоны, не соответствуют гигиеническим нормативам – 0,19 % (в 2011 г. –

0,14 %). На паразитологические показатели проанализировано 2 241 проба, из них 2001 – в селитебной зоне, не соответствует гигиеническим нормативам – 0,14 % (в 2011 г. – 0,8 %).

Выводы. Необходима разработка нормативно-правовых актов, регламентирующих требования по санитарному содержанию территорий населенных мест (СанПиН 42-128-4690-88 «Санитарные правила содержания территорий населенных мест» – не соответствует современным требованиям), создание требований к устройству и содержанию свалок на территории сельских населенных мест; реализация принятых программ в области обращения с ТБО; внедрение и реализация методов по сбору и сортировке отходов с целью дальнейшего вовлечения образуемых отходов во вторичную переработку; ликвидация несанкционированных свалок и строительство полигонов ТБО в сельских поселениях; создание сети предприятий, осуществляющих централизованное обезвреживание и термическую утилизацию медицинских отходов.

Фактическое питание и обеспеченность микронутриентами населения Кировской области

Е.А. Белоусова, Л.И. Князева, Г.М. Осипова, А.В. Горячев

Управление Роспотребнадзора по Кировской области, г. Киров, Россия

Управлением Роспотребнадзора по Кировской области проведена работа по изучению фактического питания и обеспеченности микронутриентами населения области в 2012 г. В качестве источника данных о потреблении продуктов использованы результаты наблюдения за домохозяйствами Кировской области, полученные по методике «Обследование бюджетов домашних хозяйств» территориальным органом Федеральной службы государственной статистики по Кировской области. Данная методика более точно характеризует потребление, чем традиционный метод баланса продовольствия, учитывающий уровень ввоза, вывоза, продаж и производства продуктов на территории.

В качестве источника данных о содержании в продуктах питания различных пищевых веществ и микронутриентов использована компьютерная программа ГУ НИИ питания РАН «Анализ состояния питания человека» (версия 1.2.4.) (в настоящее время данная программа входит в состав программного обеспечения Центров здоровья, так как предназначена для индивидуального консультирования пациентов по вопросам здорового питания, а также может быть использована орга-

нами управления здравоохранением для мониторинга состояния питания населения, обращающегося в Центры здоровья). Заложенные в программе нормативы потребности в продуктах питания, веществах и энергии позволили сделать выводы об уровне соответствия фактического питания населения принципам здорового питания и обеспеченности населения микронутриентами.

По результатам расчетов население Кировской области получает следующий рацион питания: энергетическая ценность рациона – 2579 ккал/сут., хлебопродукты – 270 г/сут., зерновые и макароны – 101 г/сут., овощи – 366 г/сут. (из них картофель 148 г/сут.), овощи (без картофеля) – 218 г/сут., фрукты – 143 г/сут., всего фруктов и овощей – 509 г/сут. (без картофеля – 361 г/сут.), кондитерские изделия – 33 г/сут., жиры как продукты – 37 г/сут., мясо – 160 г/сут., рыба – 48 г/сут., молочные продукты – 264 г/сут., сахар чистый – 52 г/сут.

Сведения о потреблении отдельных пищевых веществ и микронутриентов населением Кировской области приведены в таблице.

Состояние питания по профилю потребления пищевых веществ

Показатель	Всего	Распределение по группам продуктов, %								
		Зерновые, хлебопродукты	Картофель	Овощи	Фрукты	Кондитерские изделия	Масла жиры	Мясо	Рыба	Молоко
Энерг. ценность, ккал	2578,46	31,7	5,4	4,5	2,7	13,4	11,3	18,6	2,4	8,3
Белок, г	86,63	30,7	3,3	3,8	1,1	1,2	0,2	32,8	9,8	13,0
Общий жир, г	115,19	8,6	3,7	4,4	0,2	4,6	27,7	34,4	2,0	11,6
НЖК, г	41,21	12,1	6,6	1,3	0,0	6,0	15,1	34,6	1,0	20,3
ПНЖК, г	24,77	5,3	0,7	11,0	0,0	2,3	60,1	14,7	2,6	2,0
n-6 ПНЖК, г	22,18	5,4	0,5	11,2	0,0	2,6	61,4	14,7	1,4	1,7
n-3 ПНЖК, г	2,54	2,7	1,7	9,3	0,0	0,2	50,2	14,8	13,7	5,0
Холестерин, мг	342,02	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	4,2	37,7	3,8	8,6
Моно- и дисахара, г	121,93	7,5	1,1	8,7	12,7	59,3	0,1	0,3	0,0	10,1
Добавленный сахар, г	74,36	0,8	0,0	0,0	4,0	93,6	0,0	0,0	0,0	1,6
Крахмал, г	176,87	82,7	12,0	2,0	0,2	0,7	0,2	1,2	0,9	0,0
Общие углеводы, г	298,81	52,0	7,6	4,8	5,3	24,6	0,2	0,8	0,5	4,1
Пищевые волокна, г	6,49	17,1	22,1	29,1	24,3	7,0	0,0	0,4	0,1	0,0
Натрий, г	4,19	33,9	3,5	12,4	0,6	0,1	0,3	32,2	10,9	5,2
Калий, мг	3108,22	17,0	22,9	17,4	10,7	2,5	0,1	11,4	4,4	12,4
Са, мг	728,31	14,2	2,5	13,6	4,5	0,7	0,3	5,7	2,4	53,9
Магний, мг	307,94	36,9	9,4	13,8	6,6	2,3	0,1	11,8	4,9	13,1
Р, мг	1306,13	27,1	6,0	5,8	2,1	2,1	0,3	21,2	7,4	23,8
Fe, мг	17,73	45,5	6,6	10,2	7,4	3,3	0,2	17,4	3,2	2,3
А, мкг	1276,10	0,5	2,3	40,5	1,7	0,4	2,8	37,1	0,4	8,5
B_1, мг	1,33	37,3	11,1	6,5	3,6	1,0	0,1	30,5	4,0	4,5
B_2, мг	1,41	15,0	6,3	8,4	2,8	1,2	0,8	22,8	5,4	28,6
Ниацин, мг	16,70	33,5	9,2	7,2	2,5	0,7	0,1	37,6	7,0	1,9
С, мг	146,48	0,0	10,5	23,0	64,4	0,1	0,0	0,5	0,3	1,2

Пищевые волокна. Потребность (адекватный уровень) – 20 г/сут., верхний допустимый уровень – 40 г/сут, потребление – 6,5 г/сут., дефицит –68 %. Источники поступления – 25,8 % фрукты, 24,7 % овощи, 23,4 % картофель, 18,3 % зерновые и хлебопродукты. В соответствии с современными рекомендациями по здо-

ровому питанию, потребление некрахмалистых фруктов и овощей должно составлять 400–600 г/сут. Для увеличения количества пищевых волокон необходимо увеличить потребление фруктов, так как по ним отмечается дефицит. В целом потребление овощей и фруктов по программным расчетам недостаточное (дефицит 25 %), а в сравнении с рекомендуемой нормой (400–600 г/сут.) отмечается недостаток примерно 100 г/сут. (потребляется 361 г/сут.). Потребление картофеля в 2 раза превышает предусмотренный программой нормальный уровень. Хлебопродукты и крупы как источник пищевых волокон должны потребляться в большем количестве, чем сейчас. В первую очередь необходимо существенно увеличить потребление хлеба с отрубями (до 175 г/сут.), почти в 2 раза – круп, что возможно за счет уменьшения потребления пшеничного хлеба.

Полиненасыщенные жирные кислоты. Суточное потребление жиров в структуре питания населения составляет 115 г, или 40,1 % калорийности, что превышает рекомендуемый уровень, так как рекомендуемое потребление насыщенных жирных кислот должно составлять не более 10 % калорийности рациона (фактическое потребление составляет 41,2 г/сут., или 14,5 % калорийности); мононенасыщенных жирных кислот – также 10 % калорийности рациона (фактическое потребление не определялось); полиненасыщенных жирных кислот – 6–10 % калорийности рациона, в том числе: омега-6-кислоты – 8–10 г/сут., или 5–8 % калорийности (фактическое потребление составляет 22,2 г/сут., или 7,6 % калорийности); омега-3-кислоты – 0,8–1,6 г/сут., или 1–2 % калорийности (фактическое потребление – 2,54 г/сут., или 0,9 % калорийности, что можно считать дефицитом в размере примерно 50 %); отношение омега-6 к омега-3-кислотам должно составлять 5–10:1. Рекомендуемое потребление холестерина – не больше 300 мг/сут. (фактическое 342 мг/сут.). По калорийности потребление омега-3-жирных кислот составляет примерно половину рекомендуемой нормы, по абсолютному потреблению в граммах – соответствует рекомендациям. Поскольку источником омега-3-жирных кислот является растительное (льняное, соевое, рапсовое, горчичное, ореховое (из грецких орехов) масло (альфа-линоленовая кислота) и рыба (эйкозапентаеновая, докозагексаеновая кислоты), определенный смысл имеет небольшое (на 5–10 %) увеличение существующего уровня потребления рыбы или добавление в рацион сортов масла с высоким содержанием омега-3-кислот, или, что намного предпочтительнее, замена подсолнечного масла рапсовым, которое содержит большее количество омега-3-кислот (в отличие от оливкового, кукурузного и подсолнечного, в которых их почти нет) и похоже на оливковое большим содержанием в нем мононенасыщенных кислот. Кроме того, следует учитывать, что образование незаменимых эйкозапентаеновой, докозагексаеновой кислот в организме ограничено, а с возрастом значительно уменьшается, потребление растительных масел с омега-3-кислотами (альфа-линоленовой) не может рекомендоваться в качестве полной альтернативы употреблению в пищу рыбы.

Поскольку выявлено превышение потребления насыщенных жирных кислот и холестерина, источниками которых в пище являются мясопродукты, молочные продукты и яйца, требуется коррекция потребления этих веществ с целью нормализации баланса макронутриентов. Так, потребление мяса превышает норму в 2 раза, яиц – в 4 раза.

Кальций. Фактическое потребление – 728 мг/сут., рекомендуемое – 1000 мг/сут. Потребление молока и молочных продуктов по программным данным недостаточное (дефицит 27 %) за счет малой доли кисломолочных продуктов, обезжиренных кисломолочных (< 1,5 %) продуктов и обезжиренного (< 1 %) молока. В 2 раза больше потребляется сыра, творога, обычного молока, в 7 раз выше требуемого уровня потребление сметаны. Фактический уровень потребления молочных продуктов обеспечивает поступление 378 мг кальция в сутки (так как в соответствии с рекомендациями Российской ассоциации по остеопорозу для того, чтобы рассчитать суточное потребление кальция с пищей, следует просуммировать кальций молочных продуктов и кальций в остальных продуктах, среднее количество которого в сутки в рационе россиян равно 350 мг). Суммарное потребление молочных продуктов в дозе 264 г/сут. должно быть изменено в сторону увеличения с акцентом в пользу обезжиренных и кисломолочных продуктов.

Магний. Фактическое потребление – 308 мг/сут., физиологическая потребность – 400 мг/сут. Фактический дефицит составляет 24 %. Недостаток приводит к повышению риска гипертонии, болезней сердца. Поскольку магний содержится во всех продуктах питания, но с максимальным содержанием в зерновых и крупах, а также отрубях, коррекция дефицита возможна за счет увеличения доли этих продуктов в рационе, что особенно важно для лиц с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Витамины B_1, B_2, PP (ниацин). Физиологическая потребность 1,5–1,7; 1,8–2,0 мг/сут. и 20 мг/сут. соответственно. Фактическое потребление – 1,33; 1,41 и 16,70 мг/сут., дефицит 17–26 %. Содержится в мясопродуктах и зерновых. Коррекция потребления возможна за счет увеличения доли зерновых продуктов в рационе, в том числе обогащением продуктов питания.

Фосфор. Фактическое потребление 1306 мг/сут., физиологическая потребность – 800 мг/сут. Верхний допустимый уровень потребления – 1600 мг/сут. В рамках нормы также потребление **калия**, **витамина А** и **витамина С** – 3,1 г/сут. (2,500–3,500 г/сут.), 2 мг/сут. (1–3 мг/сут.) и 147 мг/сут. (70–2000 мг/сут.) соответственно. Достаточно потребление **железа** (17,73 при норме 10–15 мг/сут.).

Выводы. С учетом проведенных расчетов, основанных на данных о фактическом питании населения, можно сделать выводы, что население Кировской области испытывает дефицит следующих микронутриентов: пищевых волокон (дефицит 78 %), омега-3-ПНЖК (50 %), кальция (27 %) магния (24 %); витаминов B_1, B_2, PP (17–26 %). Аналогичный по степени выраженности дефицит можно предположить по витаминам B_6 и B_{12} из-за общих источников поступления, приблизительно одинаковом содержании их в продуктах питания.

Социально-гигиенический мониторинг показателей химической безопасности пищевых продуктов и питьевой воды в Республике Хакасия

Е.А. Кондрашова, Е.А. Пивоварова

Управление Роспотребнадзора по Республике Хакасия,
Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения
«Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Хакасия»,
г. Абакан, Россия

Здоровье человека определяется сложным воздействием целого ряда факторов: наследственность, образ и качество жизни (социально-экономическое и психологическое благополучие, доступность и качество медицинского обслуживания, наличие вредных привычек и др.).

Влияние различных факторов окружающей среды на развитие неинфекционных заболеваний многообразно. По данным ВОЗ, порядка 80 % всех заболеваний в той или иной мере связаны с нарушением питания и качеством питьевой воды.

С питьевой водой и пищей в организм может поступать более 70 % всех загрязнителей (контаминантов). Несбалансированное питание, дефицит основных макро- и микронутриентов усугубляют вредное воздействие контаминированных пищевых продуктов на органы и системы, показатели здоровья, в результате значительно повышается риск развития алиментарно-зависимых заболеваний.

Распоряжением Правительства Российской Федерации № 1873-р от 25 октября 2010 г. утверждены «Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 г.», основными целями и задачами которых являются: сохранение и укрепление здоровья населения, профилактика заболеваний, обусловленных неполноценным и несбалансированным питанием; расширение отечественного производства основных видов продовольственного сырья и пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям качества и безопасности; совершенствование организации питания различных групп населения [1–8].

Цель работы – оценка питьевой воды и продуктов питания по санитарно-химическим показателям.

В соответствие с поставленной целью решались следующие *задачи*:

1. Оценка результатов лабораторных исследований питьевой воды республики по санитарно-химическим показателям за период 2010–2012 гг.

2. Оценка результатов лабораторных исследований продуктов питания по санитарно-химическим показателям за период 2010–2012 гг.

Объектом исследования являлись: питьевая вода источников централизованного водоснабжения населенных мест Республики Хакасия и продукты питания.

Предмет изучения – санитарно-химические показатели безопасности питьевой воды (общая жесткость, общая минерализация, сульфаты, хлориды, нитраты, фториды) и продуктов питания.

Материалы и методы. Для оценки качества питьевой воды и продуктов питания по санитарно-химическим показателям использовались протоколы лабораторных исследований ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Хакасия» за период 2010–2012 гг. Для лабораторного контроля применялись фотометрический, тетраметрический методы.

Оценка результатов лабораторных исследований питьевой воды проведена в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». Результаты лабораторных исследований продуктов питания оценивались в соответствии с «Едиными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)», утвержденными Решением Комиссии таможенного союза № 299 от 28.05.2010 г. и техническими регламентами.

Результаты и их обсуждение. В Республике Хакасия на протяжении ряда лет проводятся лабораторные исследования пищевых продуктов и питьевой воды по показателям качества и безопасности в рамках социально-гигиенического мониторинга. В 2012 г. удельный вес проб пищевых продуктов, не соответствующих нормативам по санитарно-химическим показателям, составил 0,5 % (2011 г. – 0 %, 2010 г. – 0,4 %).

По результатам лабораторных исследований в 2012 г. 24,5 % проб воды источников централизованного питьевого водоснабжения не соответствовали гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям. В 2010 и 2011 г. данный показатель составил 18,8 и 22,8 % соответственно.

Качество питьевой воды по санитарно-химическим показателям в 2012 г. по сравнению с 2010, 2011 г. ухудшилось. По результатам лабораторных исследований доля проб воды из водопроводной сети, не соответствующих гигиеническим нормативам, составила 9,7 % (2011 г. – 7,4 %, 2010 г. – 6,4 %).

Основными загрязняющими веществами, превышающими гигиенические нормативы в питьевой воде населенных пунктов Республики Хакасия, являются: хлориды, сульфаты, фториды, нитраты, железо.

В 2012 г. пробы питьевой воды, не соответствующие гигиеническим нормативам, были отобраны в следующих населенных пунктах республики:

1) Алтайский район (с. Новороссийское (общая минерализация, жесткость), с. Подсинее (жесткость), с. Кирово (жесткость, железо, общая минерализация) и др.);

2) Усть-Абаканский район (пгт. Усть-Абакан (фториды, жесткость, общая минерализация, нитраты, сульфаты), п. Сапогов (жесткость, нитраты), с. Зеленое (фториды) и др.);

3) Боградский район (с. Боград (жесткость), с. Бородино (нитраты, общая минерализации), с. Знаменка (минерализация), с. Первомайское (жесткость) и др.);

4) Бейский район (с. Бея, с. Новотроицкое (нитраты, жесткость));

5) Ширинский и Орджоникидзевский районы (с. Шира (жесткость), с. Целинное (нитраты, жесткость), п. Копьево (железо) и др.);

6) г. Сорск (железо).

По данным гидрогеологов природные особенности подземных вод и водоносных горизонтов на территориях данных населенных пунктов обусловливают

химический состав питьевых вод, характеризующийся повышенным содержанием солей жесткости, фторидов, железа. Высокое содержание нитратов регистрируется в питьевой воде сельских населенных пунктов, что, как правило, связано с наличием в районах водозаборов сельскохозяйственных угодий, животноводческих хозяйств.

По результатам мониторинговых исследований в 2012 г. превышение гигиенических нормативов по содержанию в воде нитратов до 2 ПДК зарегистрировано на территории Бейского, Усть-Абаканского и Алтайского районов; до 5 ПДК – на территории Боградского района. Превышения концентрации фторидов в питьевой воде до 5 ПДК установлены на территории Усть-Абаканского района. Высокое содержание железа (превышение гигиенического норматива до 2 ПДК) выявлено в питьевой воде на территории Таштыпского района и г. Черногорска (пгт. Пригорск).

Результаты лабораторных исследований доказывают необходимость решения вопросов обеспечения качественным и безопасным питанием, питьевой водой населения республики.

Для достижения указанных целей необходимо создание экономической, законодательной и материальной базы при производстве высококачественных и безопасных пищевых продуктов, обеспечения их доступности для всех слоев населения.

Список литературы

1. Агафонов В.Н., Терехова Е.Л., Зотов С.А. О мерах по реализации государственной политики в области здорового питания населения // Санитарный врач. – 2013. – № 1. – С. 33–35.

2. Кластеры региональных особенностей питания населения / А.И. Верещагин, А.В. Истомин, Ю.Ю. Елисеев и др. // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 03. – С. 11–13.

3. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Республике Хакасия в 2010 году: доклад / Управление Роспотребнадзора по Республике Хакасия. – Абакан, 2011. – С. 5–155.

4. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Республике Хакасия в 2011 году: доклад / Управление Роспотребнадзора по Республике Хакасия. – Абакан, 2012. – С. 5–163.

5. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2011 году: Государственный доклад. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. – 316 с.

6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Хакасия в 2012 году: доклад / Управление Роспотребнадзора по Республике Хакасия. – Абакан, 2013. – С. 4–144.7.

7. Основы здорового питания: пособие по общей нутрициологии / А.В. Скальный, И.А. Рудаков, С.В. Нотова, Т.И. Бурцева, В.В. Скальный, О.В. Баранова. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. – С. 117.

8. Хотимченко С.А. Анализ риска как основа обеспечения безопасности пищевых продуктов // Санитарный врач. – 2007. – № 12. – С. 29–30.

Гигиеническая характеристика состояния поверхностных вод озера Сестрорецкий Разлив в зонах рекреационного водопользования за период с 2005 по 2012 г.

И.М. Бек, В.С. Веселова, Л.Ю. Компанец, О.И. Морозова, Д.В. Яковлев, А.Г. Никулушкин, Е.Ю. Петухова, А.С. Белкин

Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Санкт-Петербург», Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова, г. Санкт-Петербург, Россия

В настоящей работе представлены наблюдения за состоянием поверхностных вод озера Сестрорецкий Разлив в зонах рекреационного водопользования за восьмилетний период.

Цель работы – выявление приоритетных загрязнений на состояние озера Сестрорецкий Разлив, а также их влияние на качество поверхностных вод в зонах рекреационного водопользования.

Основными задачами данного исследования являются:

– изучение состава озера Сестрорецкий Разлив по микробиологическим и санитарно-химическим показателям;

– анализ состава озера Сестрорецкий Разлив за пятилетний период;

– изучение динамики загрязнения озера Сестрорецкий Разлив;

– гигиеническая оценка и сравнительный анализ качества воды в зонах рекреационного водопользования.

Сестрорецкий Разлив – искусственное озеро, созданное во времена Петра I путём запруды реки Сестры и реки Черной. Первоначально Петр I предполагал устроить в своей новой резиденции парк с фонтанами по типу Петергофских. Однако, изучив топографию местности, он определил, что, перегородив р. Сестру плотиной, можно поднять воду метров на 5. Это означало, что фонтанные струи будут невысокими. Поэтому Петр решил, что плотина на р. Сестре послужит для более важной цели: «Дабы машины действием воды в движение приводить». В 1721 г. для обеспечения работы строящегося Сестрорецкого оружейного завода на реке Сестре (в 2 км ниже впадения в нее Черной) по проекту инженера Беера была построена плотина, выше которой в 1723 г. образовалось водохранилище. Это было одно из первых в России сооружений такого рода. Сестрорецкий Разлив как водохранилище является старейшим в мире и входит в культурно-историческое наследие Курортного района Санкт-Петербурга, а также является объектом Всемирного наследия «Исторический центр Санкт-Петербурга и связанные с ним комплексы памятников». Границы водоёма зависят от уровня воды, регулируемого плотинами. При максимальном уровне в 9 м

водоём затапливал территории всех окружающих болот и ближайших улиц города Сестрорецка. Мелководья заросли камышом и болотами. При минимальном уровне воды 6 м в Балтийской системе высот водохранилище сократится вдвое по площади и станет мелководным водоёмом. В настоящее время длина озера 5,5 км, ширина 4,5 км, площадь составляет 12,2 км², объём воды 0,015 км³. Длина береговой линии 20 км³. Наибольшая глубина 5,5 м, средняя глубина 1,6 м. Озеро Сестрорецкий разлив входит в единую водную систему с Финским заливом и соединяется общими протоками (Водосливной канал и река Малая Сестра).

Основными питающими источниками озера являются реки Сестра (река в Ленинградской области) и Чёрная речка (Сестрорецкий Разлив). В бассейн реки Сестры входят крупные озёра: Люблинское, М. Симагинское, Щучье, Чёрные. Пасторское, Заводское. В бассейне р. Чёрная находятся озёра: Елизаветинское, Сарженское, Меднозаводской Разлив, Светлое, Сертоловские. Обе реки имеют притоками десятки ручьёв. Общая площадь водосбора 566 км².

Антропогенная нагрузка исходит от следующих населённых пунктов: г. Сертолово (без очистных), п. Песочный, п. Ленинское, в меньшей степени п. Белоостров. Остальные населённые пункты, расположенные в бассейне водосбора, оказывают незначительное влияние на загрязнение водоёма.

Территории, непосредственно прилегающие к границам озера с южной, восточной и северной стороны, отличаются высокой обводнённостью и заболоченностью. На дне водоёма в местах ямного рельефа дна и фарватера, пройденного в конце 1960-х годов, накопилась большая толща жидкого вязкого ила. Большие площади первоначальных мелководий к северу от водохранилища за почти 300 лет существования превратились в Сестрорецкое мелководье.

Комитетом по экологии и охране окружающей среды правительства Санкт-Петербурга установлены обременения на хозяйственное использование прибрежных территорий в виде водоохранной зоны шириной 200 метров от уреза воды водохранилища.

Участок Сестрорецкого Разлива входит в состав Ленинградского артезианского бассейна, имеющего сток в Балтийское море. Вместе с нарастанием осадочного чехла с северо-запада на юго-восток увеличивается количество водоносных комплексов и горизонтов. Финский залив является региональным базисом дренирования и разгрузки движения подземных вод.

Мониторинг качества воды озера Разлив проводится ежегодно с мая по сентябрь в зонах рекреационного водопользования:

– пляж «Детский (Северный)»;
– пляж «У ДК (Офицерский)»;
– пляж «Белая Гора»;
– пляж «Зеленая Гора»;
– пляж «Новый» (рис. 1).

Кратность исследований качества воды в зонах рекреационного водопользования по микробиологическим и санитарно-химическим показателям – 1 раз в неделю, по паразитологическим показателям – 1 раз в месяц. За весь обследуемый период с 2005 по 2012 г. неудовлетворительных проб по санитарно-паразитологическим показателям не обнаружено во всех точках исследования воды пляжей. Рассмотрим приоритетные загрязнители поверхностных вод (рис. 2).

Санитарно-химические показатели:
– железо;
– марганец;
– аммиак.
Микробиологические показатели:
– общие колиформные бактерии (ОКБ);
– термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ);
– колифаги.

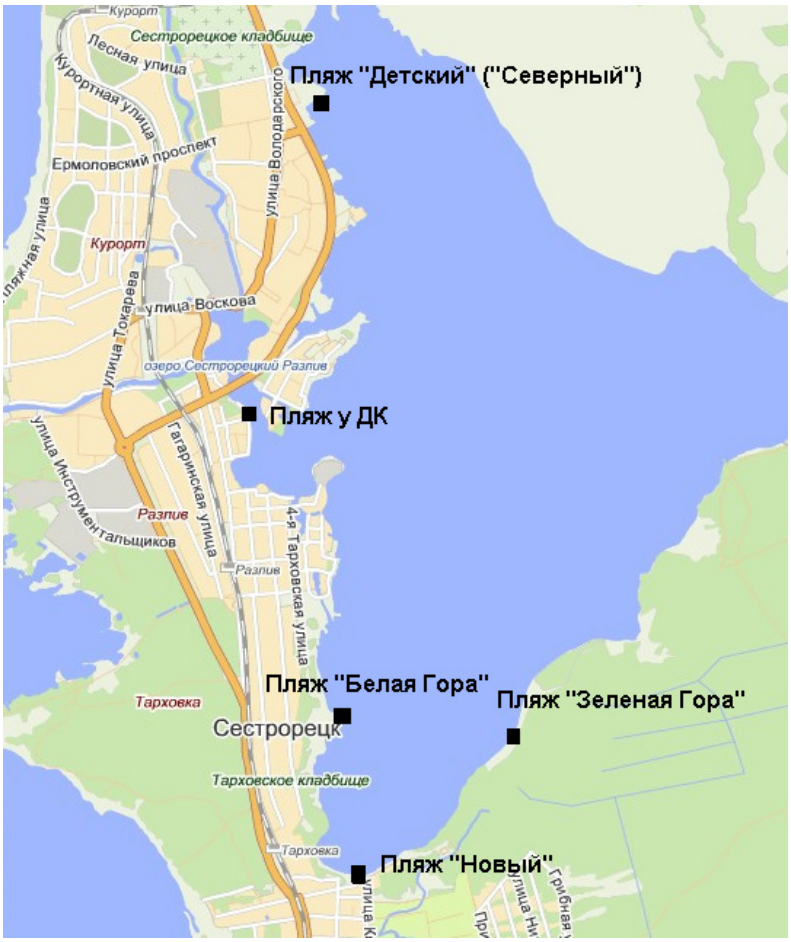


Рис. 1. Схема расположения пляжей

За исследуемый период количество неудовлетворительных проб по санитарно-химическим показателям составляет 100 %, в основном это железо – 100 % проб от общего числа исследованных, марганец – 50 %, аммиак – 10 %.

По микробиологическим показателям доля неудовлетворительных проб составляет от 4,44 до 100 % за исследуемый период.

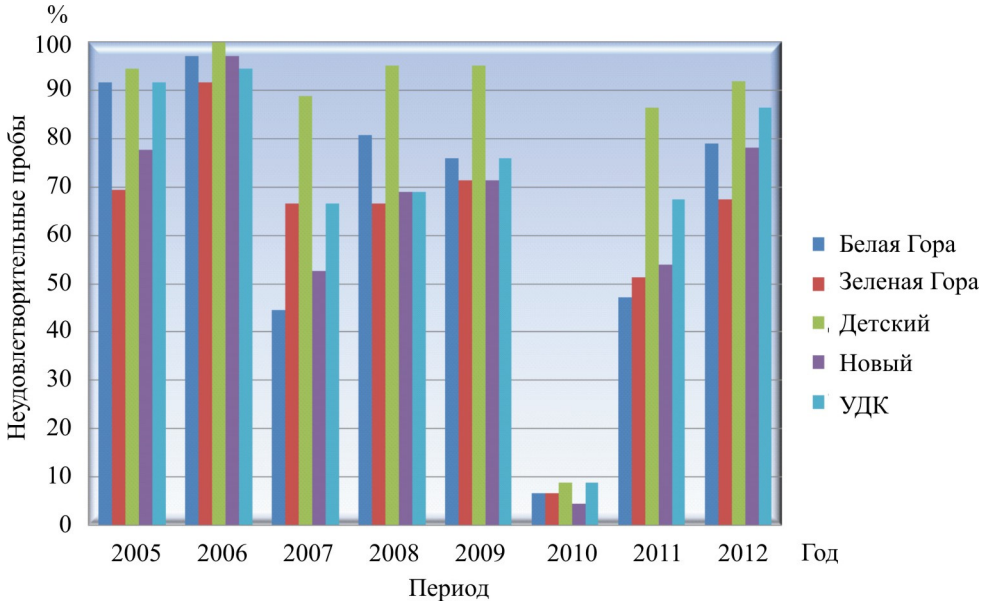


Рис. 2. Доля проб воды, не отвечающих санитарным требованиям по микробиологическим показателям

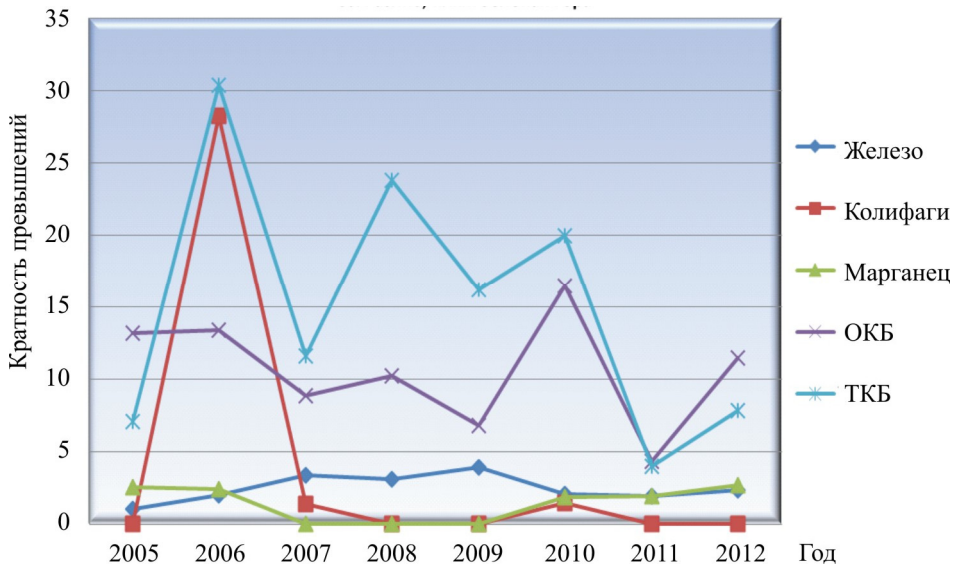


Рис. 3. Динамика показателей кратности превышений проб по ПДК в 2005–2012 гг., оз. Разлив, пляж «Зеленая Гора»

За восьмилетний период в зоне пляжа «Зеленая Гора» наибольшие превышения установлены по микробиологическим показателям, по показателю ОКБ – от 4 до 16 ПДК, по ТКБ – от 4 до 30 ПДК. Максимальное значение превышения ПДК по показателю ОКБ отмечается в 2010 г. в 16 раз, наименьшее значение – в 2011 г. в 4 раза. По показателю ТКБ максимальное значение превышения ПДК отмечается в 2006 г. в 30 раз, наименьшее значение – в 2011 г. в 4 раза (рис. 3).

По показателю «колифаги» максимальное превышение значений ПДК выявлено в 2006 г. – в 28,3 раза, в 2005, 2008–2009, 2011–2012 гг. превышения по данному показателю отсутствуют.

Превышения по показателю «железо» за восьмилетний период составляют от 1 до 4 ПДК. Превышения по марганцу – от 1 до 4 ПДК, в 2007–2009 гг. превышения по данному показателю отсутствуют. Выявлены несоответствующие однократные пробы в 2009 г. по аммиаку.

Таким образом, за восьмилетний период неудовлетворительные исследования по микробиологическим данным составили от 7 до 92 % (в 2006 г.) от общего числа отобранных проб. По санитарно-химическим показателям доля неудовлетворительных исследований за весь период составляет 100 %.

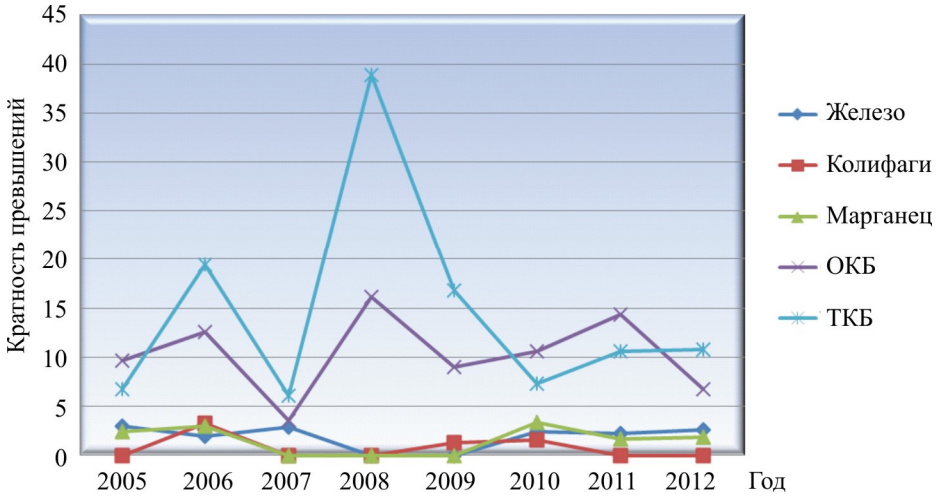


Рис. 4. Динамика показателей кратности превышений проб по ПДК в 2005–2012 гг., оз. Разлив, пляж «Белая Гора»

За исследуемый период в зоне пляжа «Белая Гора» (рис. 4) доля неудовлетворительных проб по санитарно-химическим показателям составляет 100 %, по микробиологическим – от 7 до 97 %. Наибольшие превышения установлены по микробиологическим данным, по показателю ОКБ максимальное значение превышения ПДК отмечается в 2008 г. в 16 раз, а по ТКБ в этом же году в 38,8 раза. По показателю «колифаги» превышения значений ПДК выявлены в 2006 г. (в 3 раза), в 2009 г. (в 1,3 раза), в 2010 г. (в 1,6 раза), в 2005, 2007–2008, 2011–2012 гг. превышения по данному показателю отсутствуют.

Превышения по показателю «железо» за восьмилетний период составляют от 2 до 3 ПДК. Максимальные превышения по марганцу (в 3,36 раза) установлены в 2010 г., в 2007–2008 гг. превышений нормативных значений по данному показа-

телю не было. В 2005 г. количество марганца в исследуемых пробах воды составляло 2,4 ПДК, в 2006 г. – 3 ПДК, 2011 г. – 1,68 ПДК и в 2012 г. – 1,87 ПДК. В 2009 г. отмечается превышение по аммиаку в одной пробе в 1,3 раза.

График показывает, что за период с 2005 по 2009 г. по микробиологическим показателям нет четкой закономерности в подъемах и спадах превышений, наблюдается неравномерность динамики превышений.

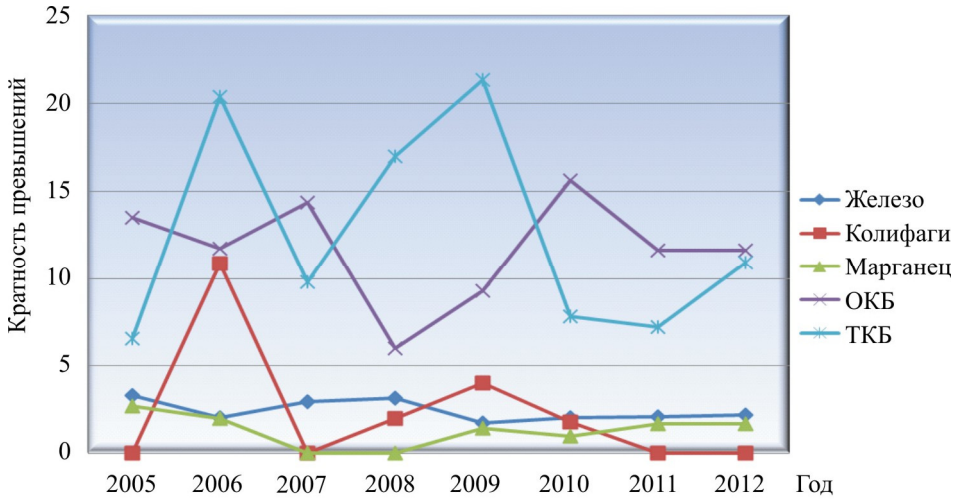


Рис. 5. Динамика показателей кратности превышений проб по ПДК в 2005–2012 гг., оз. Разлив, пляж «Офицерский (у ДК)»

Восьмилетний анализ качества воды в зоне пляжа «у ДК» (рис. 5) показал, что наблюдается неравномерность динамики превышений, особенно по микробиологическим показателям. Доля неудовлетворительных проб в 2005 г. составила 91 %, а в 2006 г. – 94,5 %. К 2007 г. выявлено небольшое снижение числа неудовлетворительных исследований по микробиологическим показателям до 66 %, в 2009 г. – увеличение до 76 %, а в 2010 г. снижение до 8,88 %, в последующих 2011 и 2012 г. повышение до 67,56 и 86,5 % соответственно. По показателю ОКБ максимальное значение превышения ПДК отмечается в 2007 г. – в 14,3 раза, а по ТКБ в 2009 г. – в 21,36 раза. По показателю «колифаги» превышения значений ПДК выявлены в 2006 г. (в 10,8 раза), в 2008 г. – в 2 раза, в 2009 г. – в 4 раза, в 2005, 2007, 2011 г. и 2012 г. превышения по данному показателю отсутствуют.

По санитарно-химическим показателям количество неудовлетворительных исследований составляет 100 % от общего числа отобранных проб, превышения в основном наблюдаются по железу за весь исследуемый период – от 3,34 ПДК (в 2005 г.) до 2,2 ПДК (в 2012 г.), минимальная концентрация железа была обнаружена в 2009 г. и составляла 1,7 ПДК. Превышения по марганцу выявлены в 2005 г. – 2,7 ПДК, в 2006 г. – 2 ПДК, в 2009 г. – 1,4 ПДК, в 2010–2012 гг. – от 1 до 1,7 ПДК. В 2007–2008 гг. превышения по данному показателю отсутствуют.

В 2009 г. отмечается превышение в одной пробе по аммиаку (в 1,2 раза) и водородному показателю.

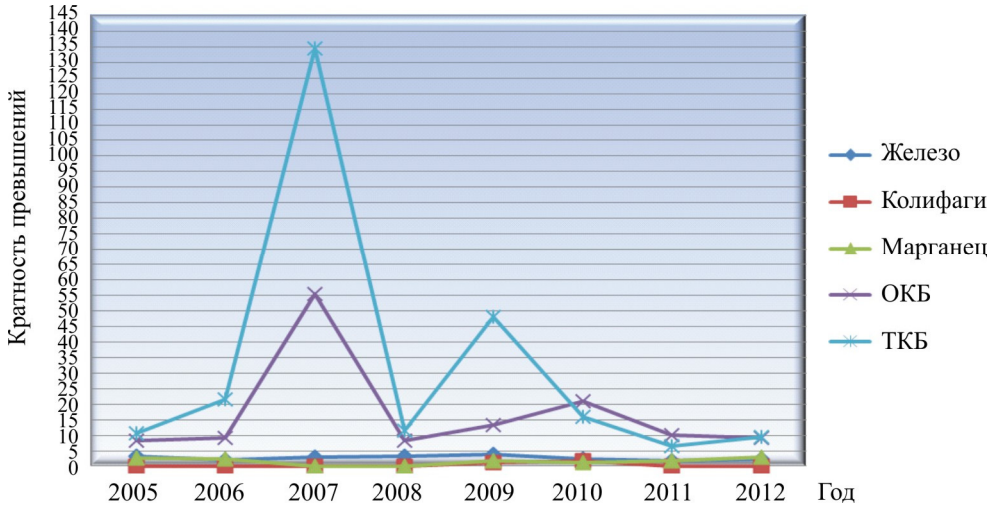


Рис. 6. Динамика показателей кратности превышений проб по ПДК в 2005–2012 гг., оз. Разлив, пляж «Новый»

Анализ качества воды в зоне пляжа «Новый» показал, что так же, как и на пляжах «у ДК» и «Белая Гора», нет четкой закономерности в динамике превышений по микробиологическим показателям (рис. 6). Доля неудовлетворительных исследований в 2007 г. составляет 52 %, в 2005 г., 2008–2009 гг. – 72 %, в 2006 г. – 97 %, в 2010 г . – снижение до 4,44 %, в последующих 2011 и 2012 г. повышение до 54 и 78,3 % соответственно. По показателю ОКБ максимальное значение превышения ПДК отмечается в 2007 г. в 55,4 раза, наименьшее значение в 2008 г. – в 8,11 раза. По показателю ТКБ максимальной значение превышения ПДК отмечается в 2007 г. в 134,5 раза, минимальное значение установлено в 2011 г. в 6,4 раза. По показателю «колифаги» превышения значений ПДК выявлены в 2009 г. в 1,2 раза и в 2010 г. – в 1,62 раза, в 2005–2008, 2011–2012 гг. превышения по данному показателю отсутствуют.

По санитарно-химическим показателям наблюдаются превышения в основном по железу в каждой исследуемой пробе (100 %) и за весь исследуемый период значения остаются примерно на одном и том же уровне – от 2 до 3,8 ПДК. Превышения по марганцу выявлены в 2005–2006 гг. в 2,4 раза, в 2009 г. в 1,8 раза, в период 2010–2012 гг. имеется тенденция к увеличению с 1,3 до 3 ПДК. В 2007–2008 гг. превышения по данному показателю отсутствуют.

В 2009 г. отмечается превышение в одной пробе по аммиаку (в 1,3 раза) и водородному показателю.

Качество воды в зоне пляжа «Детский» остается неудовлетворительным на протяжении всего периода исследований. Отмечаются два пика подъема концентрации ОКБ и ТКБ, выпавшие на 2006 и 2011 г., при этом следует учесть практически одинаковые значения этих данных. По показателю ОКБ в 2006 г. концентрация составила 122,57 ПДК, в 2011 г. – 121,7 ПДК. По ТКБ в 2006 г. – 55,11 ПДК, в 2011 г. – 57,4 ПДК. Количество неудовлетворительных проб в 2006 г. составило 100 %, в 2011 г. – 86,4 %. Минимальные концентрации ОКБ и ТКБ наблюдались в 2010 г. и составляли 13,2 и 11,11 ПДК соответственно. Число неудовлетворительных проб также оказалось минимальным – 8,88 %.

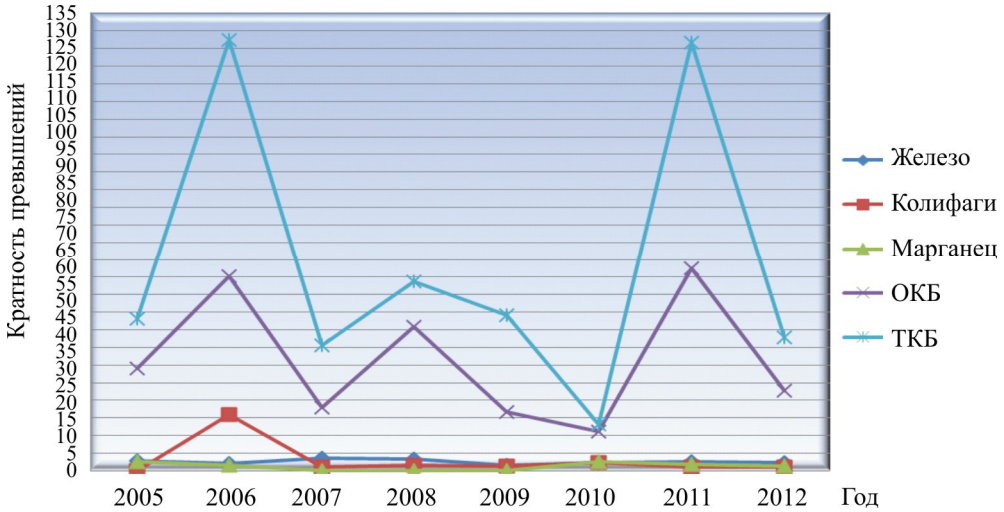


Рис. 7. Динамика показателей кратности превышений проб по ПДК в 2005–2012 гг., оз. Разлив, пляж «Детский (Северный)»

По санитарно-химическим показателям наблюдаются превышения в основном по железу, количество неудовлетворительных проб – 100 % (от 1,5 ПДК в 2009 г. до 3,5 ПДК в 2007 г.). Превышения по марганцу выявлены в 2005 г. – в 2,5 раза, в 2006 г. – в 1,7 раз, в 2010 г. – в 2,56 раза, в 2011 г. в 1,9 раза, в 2012 г. – в 1,42 раза. В 2007–2009 гг. превышения по данному показателю отсутствуют.

В 2009 г. отмечено превышение в одной пробе по аммиаку в 1,1 раза.

Ежегодно в период с 2010 по 2012 г. специалистами филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Санкт-Петербург» в Приморском, Петроградском, Курортном, Кронштадтском районах по поручению территориального отдела Управления Роспотребнадзора проведены санитарно-эпидемиологические экспертизы состояния пляжей озера Разлив. По результатам экспертизы содержание территории пляжей, качество уборки, вывоз мусора, а также обустройство пляжей не соответствуют гигиеническим нормативам.

Выводы. За период с 2005 по 2012 г. по всем исследуемым показателям можно отметить неравномерность динамики превышений. Нет четкой закономерности в подъемах и спадах превышений. (Например, в определенные месяцы по годам). Однако наибольшее количество неудовлетворительных проб выявлено по микробиологическим показателям и составляет практически 100 % от общего числа отобранных проб по каждому пляжу и не зависит от сезона отбора проб, от количества точек отбора, а также от количества проводимых исследований.

2. Преобладание превышений ПДК по показателям ТКБ и аммиаку характеризует антропогенное воздействие на водоем.

3. Причиной неблагополучного состояния водного объекта может являться ненадлежащее содержание территории пляжа, низкое качество уборки, несвоевременный вывоз мусора, недостаточное количество туалетов, значительная антропогенная нагрузка на пляж.

Из вышесказанного следует, что озеро Сестрорецкий Разлив находится в критической, прогрессивно ухудшающейся экологической ситуации и неблагополучно

по санитарно-гигиеническим и микробиологическим показателям. Ситуация усугубляется наступившим маловодным периодом и быстро уменьшающимся объемом воды в озере за счет накопления донных отложений. Основной причиной такого положения является обстановка в бассейнах рек Сестры и Черной. Сбросы очистных сооружений г. Сестрорецка выведены в море, тогда как в бассейне реки Черной расположены очистные сооружения пос. Сертолово, которые практически не функционируют; часть сточных вод подается в ручей Сертоловский, вообще минуя очистные сооружения, в том числе и от рядом расположенных воинских частей.

Приведенные материалы позволяют сделать вывод, что при сохранении существующих тенденций роста биогенной нагрузки, загрязнений и прогрессирующего обмеления озера может быть утрачена способность водоема к самоочищению. Для предотвращения обмеления и в конечном итоге утраты озера требуется проведение комплексных мероприятий, а именно: восстановление и реконструкция очистных сооружений пос. Сертолово, дноуглубительные работы, благоустройство береговой линии и рекреационных зон.

Актуальные эколого-гигиенические проблемы в Кемеровской области

Л.А. Глебова[1], А.В. Бачина[1], Е.В. Коськина[2]

[1]Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Кемеровской области»,
[2]Кемеровская государственная медицинская академия,
г. Кемерово, Россия

Организация и ведение социально-гигиенического мониторинга обеспечивает установление факторов, оказывающих вредное воздействие на человека, и их оценку; прогнозирование состояния здоровья населения и среды обитания человека. По результатам анализа взаимосвязей между отдельными факторами среды обитания, их комплексом и показателями, характеризующими здоровье населения, определяются приоритетные группы факторов и ассоциированные с их негативным воздействием основные показатели здоровья населения. Разрабатываются предложения для принятия решений в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Кемеровская область является важнейшей горнорудной и промышленной базой России, одним из наиболее динамично развивающихся регионов. На долю Кузбасса приходится около 56 % добычи каменных углей в России, в том числе 76 % – коксующегося. Доля Кемеровской области в общероссийском производстве стали составляет 14 %, проката черных металлов – 14 %, ферросилиция – 53 %, железнодорожных магистральных рельсов – 80 %, трамвайных рельсов – 100 % [1].

Актуальными гигиеническими проблемами Кузбасса являются: интенсивное химическое загрязнение объектов окружающей среды – атмосферного воздуха, во-

доисточников, почвы – и вредные условия труда для значительной части трудоспособного населения. Ведущими отраслями промышленности, определяющими уровни техногенного загрязнения окружающей среды Кузбасса, остаются угольная, химическая, черная и цветная металлургия, стройиндустрия.

Факторы окружающей среды оказывают сложное разнонаправленное действие на организм человека. С одной стороны, они могут явиться причиной заболевания, с другой – играют значительную роль в формировании и развитии заболеваний. По результатам ведения социально-гигиенического мониторинга в Кемеровской области дана оценка состоянию здоровья населения и факторам среды обитания. Определены взаимосвязи комплекса данных, характеризующих уровни содержания химических примесей в атмосферном воздухе, и показателей здоровья населения. Определены основные направления в реализации задач социально-гигиенического мониторинга в Кемеровской области.

Демографическая ситуация в Кемеровской области более неблагополучна, чем в Российской Федерации и Сибирском федеральном округе, и свидетельствует о тесном взаимодействии с индустриальным потенциалом и экологической обстановкой. Продолжительность жизни населения Кемеровской области меньше, чем в целом по Российской Федерации, на 3–4 года [2]. В целом по Кемеровской области уровень смертности населения на 12,3 % выше, чем по Сибирскому федеральному округу и регистрируется практически на уровне Российской Федерации.

Основными причинами смерти являются болезни системы кровообращения – 47,7 %, новообразования – 14,6 %, травмы, отравления, несчастные случаи – 13,9 %, болезни органов пищеварения – 4,9 %, болезни органов дыхания – 4,8 %, инфекционные и паразитарные болезни – 3,1 %, прочие классы болезней – 11,0 %. По критериям оценки показателей естественного движения населения уровень смертности в Кемеровской области оценивается как «выше среднего». Следует отметить, что из 34 административных территорий Кузбасса, на 22 уровень смертности оценивался как «высокий» [3].

На протяжении ряда лет уровень первичной заболеваемости населения Кемеровской области на 5–10 % превышает российские показатели. В целом по Кемеровской области и Российской Федерации отмечается тенденция к ее росту [2].

По уровню впервые выявленной заболеваемости у всех контингентов населения на первом месте находятся болезни органов дыхания, на втором – травмы и отравления. На третьей позиции у детей – некоторые инфекционные и паразитарные болезни, у подростков – болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани, у взрослых – болезни мочеполовой системы.

Следует отметить, что неблагоприятные факторы окружающей среды оказывают выраженное влияние на наиболее чувствительную группу населения – детей в возрасте от 0 до 14 лет. По показателям заболеваемости детей болезнями органов дыхания 22 административных территории Кемеровской области из 34 относятся к территориям высокого риска.

Проведена интегральная оценка здоровья детей с учетом распространенности астмы и астматического статуса, показавшая высокий и повышенный риски заболеваемости в крупных городах и районах с развитой химической и угольной промышленностью – Междуреченск и Междуреченский район, Мыски, Новокузнецк, Осинники, Кемерово, Ленинск-Кузнецкий. Астма – экологически детерминирован-

ное заболевание, так как фенотипическая реализация наследственной предрасположенности к нему всегда осуществляется при воздействии факторов окружающей среды. Именно поэтому астма у детей является чувствительным маркером загрязнения атмосферного воздуха.

Один из индикаторных показателей неблагоприятного влияния факторов окружающей среды на здоровье населения – распространенность врожденных пороков и аномалий развития. Оценка величины интегрального показателя здоровья по данному критерию показала, что высокий и повышенный уровни риска регистрировались в городах Новокузнецке, Прокопьевске, Киселевске, Кемерово, Березовском, Юрге и Таштагольском районе.

Кроме того, установлена корреляционная зависимость между уровнями врожденных пороков и аномалий развития у детей и массами выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от предприятий по добычи топливо-энергетических полезных ископаемых (r = 0,964; p = 0,00045), с суммарным объемом выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников (r = 0,89, p = 0,00681), в том числе с выбросами газообразными и жидкими веществами (r = 0,89, p = 0,0068), с выбросами углеводородов (r = 0,96, p = 0,0005) метана (r = 0,96, p = 0,00045).

По данным Регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга установлено, что основная часть населения проживает в районах, где концентрации веществ, загрязняющих атмосферный воздух, регулярно превышают предельно допустимые уровни по диоксиду азота в 3 раза, бенз(а)пирену – в 3,8–6 раз, взвешенным веществам – в 2,1 раза, формальдегиду – до 3 раз, саже – до 2 раз. Кроме того, климатические и физические условия способствуют формированию застойных явлений в атмосфере, при которых начинаются вторичные фотохимические реакции.

Уровень суммарного химического загрязнения атмосферного воздуха по индексу загрязнения атмосферы (ИЗА) в крупных городах Кузбасса свидетельствует, что на протяжении ряда лет ИЗА в Кемерово и Прокопьевске оценивается как «высокий», а в Новокузнецке – как «очень высокий».

Характеристика воздействия загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения на примере крупных промышленных городов Кузбасса (Кемерово, Новокузнецк, Прокопьевск) проведена с использованием методологии оценки риска. Так, при хронической ингаляционной экспозиции веществ возможны нарушения здоровья со стороны органов дыхания (индекс опасности в Кемерово – 9,23, Новокузнецке – 8,92, Прокопьевске – 7,55), иммунной системы (индекс опасности в Кемерово – 5,87, Новокузнецке – 8,57, Прокопьевске – 2,1), крови и кроветворных органов (индекс опасности в Кемерово – 4,15, Новокузнецке – 2,13, Прокопьевске – 3,08), процессов развития организма (индекс опасности в Кемерово – 3,98, Новокузнецке – 6,77, Прокопьевске – 2,71). Основной вклад в неканцерогенный риск по влиянию на органы и системы вносят формальдегид, азота диоксид, взвешенные вещества, бенз(а)пирен.

Уровни индивидуального канцерогенного риска по саже в городах Кемерово ($2{,}6\cdot10^{-4}$), Новокузнецке ($1{,}01\cdot10^{-4}$), Прокопьевске ($1{,}27\cdot10^{-4}$) и по формальдегиду в Кемерово ($1{,}01\cdot10^{-4}$) находятся в диапазоне неприемлемого риска для населения. Появление такого риска требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий. Величина популяционного годового риска, то есть число допол-

нительных случаев рака в течение года к фоновому уровню заболеваемости колеблется в данных городах от 0,4 до 2,8 случаев рака в год.

В крупных индустриальных городах Кузбасса с развитой химической, металлургической и другой промышленностью гигиеническое значение имеют сбросы токсических веществ в водоемы, что отрицательно сказывается на их санитарном режиме. По санитарно-химическим показателям не отвечают гигиеническим нормативам 30,9 % проб воды источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, по микробиологическим показателям – 12,3 %, что выше показателей по Сибирскому федеральному округу и Российской Федерации [4].

По данным Регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга удельный вес проб питьевой воды, не соответствующих гигиеническим нормативам, составляет 12,2 %, по микробиологическим показателям – 4,2 %. По результатам наблюдений в водопроводной воде населенных пунктов вещества, нормируемые по санитарно-токсикологическому показателю вредности 1-го, 2-го и 3-го классов опасности, не обнаружены или ниже ПДК. В единичных пробах водопроводной воды отдельных населенных пунктов зарегистрированы превышения ПДК алюминия, формальдегида, нитратов, аммиака. Среднегодовые концентрации веществ, нормируемых по органолептическому показателю вредности (минерализация, хлориды, сульфаты, полифосфаты, магний, pH, нитриты, медь, цинк, ПАВ, нефтепродукты), не превышают ПДК.

Однако проведенная интегральная оценка качества водоподготовки из источника водоснабжения – реки Томи – с учетом воздействия химических веществ, обладающих ольфакторно-рефлекторным, санитарно-токсикологическим и канцерогенным эффектами показала, что не обеспечивается безопасность для здоровья населения. Так, установлен риск рефлекторно-ольфакторных неблагоприятных эффектов, определявшийся содержанием в питьевой воде остаточного хлора, железа, фенола, и неприемлемый канцерогенный риск – за счет образования в питьевой воде трихлорметана.

Высокий уровень развития промышленности в Кемеровской области является основным фактором воздействия на почву. Удельный вес проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам, в селитебной зоне составлял по санитарно-химическим показателям – 8,4 %, по микробиологическим показателям – 21,4 %. По суммарному показателю уровень загрязнения почвы (Zc) на селитебных территориях Кемеровской области оценивается как «допустимый».

Представленные данные свидетельствуют, что существующая экологическая ситуация в Кузбассе неблагоприятно влияет на здоровье населения.

Однако для реализации задач социально-гигиенического мониторинга в Кемеровской области и подготовки предложений для управленческих решений, направленных на сохранение и укрепление здоровья, необходимо:

– осуществить максимально полный учет источников загрязнения среды обитания, определить их вклад в общий уровень загрязнения, а также в риск здоровью человека, что позволит аргументировать зону ответственности тех или иных физических или юридических лиц и определить меры воздействия;

– совершенствовать мониторинг, связанный с использованием лабораторно-инструментальных методов исследования факторов внешней среды, путем внедрения передовых автоматизированных методов исследования, нового оборудования.

Провести учет реальных спектров веществ и уровней их содержания при оценке влияния загрязнения среды на здоровье населения, так как оценка только по стандартным показателям не дает истинного представления о реальной опасности химического загрязнения окружающей среды;

– более широко применять методологию анализа риска в оценке повышения результативности и бюджетной эффективности контроля и надзора в сфере охраны окружающей среды, особенно в сфере обеспечения безопасности здоровью населения.

Список литературы

1. Стратегия социально-экономического развития Кемеровской области до 2025 года. – Кемерово, 2007.

2. Здравоохранение в России. 2011: стат. сб. / Росстат. – М., 2011. – 326 с.

3. Оценка влияния факторов среды обитания на здоровье населения Кемеровской области: информационно-аналитический обзор / отв. за выпуск Ю.С. Чухров. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2012. – 163 с.

4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2011 году: Государственный доклад. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. – 316 с.

Обеспечение химической и биологической безопасности продуктов питания в Челябинской области

Н.И. Макаров, О.С. Коростелева

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Челябинской области, г. Челябинск, Россия

С продуктами питания человек получает необходимые организму вещества. Но наряду с полезными свойствами, пищевые продукты могут являться источником потенциально опасных загрязнителей химической и биологической природы. В условиях существенного нарушения структуры питания, дефицита основных компонентов пищи (белков, незаменимых аминокислот, микроэлементов, витаминов), неудовлетворительной экологической ситуации возрастает опасность вредного воздействия контаминированных пищевых продуктов на состояние здоровья населения.

Учитывая, что большая часть загрязнений имеет антропогенное происхождение, Управлением Роспотребнадзора проводится постоянный контроль мероприя-

тий, препятствующих или снижающих уровень контаминации пищевых продуктов, с применением лабораторных методов исследования.

Анализ результатов мониторинга качества и безопасности пищевых продуктов за 2008–2012 гг. показывает, что на потребительский рынок области продолжает поступать продукция, не соответствующая гигиеническим требованиям по химическим и микробиологическим показателям.

Загрязнение продовольственного сырья и пищевых продуктов химическими соединениями зачастую происходит при использовании неразрешенных пищевых добавок или применении их в повышенных дозах; загрязнении продуктов животноводства стимуляторами роста и медикаментами; нарушении правил использования пестицидов и удобрений в растениеводстве; миграции токсичных соединений из пищевого оборудования, посуды, инвентаря, упаковки; поступлении химических веществ из окружающей среды (воды, воздуха, почвы).

В 2012 г. удельный вес проб продовольственного сырья и пищевых продуктов, не соответствующих требованиям гигиенических нормативов по санитарно-химическим показателям, составил 1,1 %, что ниже аналогичных данных предыдущих лет (2008–2011 гг. – от 1,2 до 1,5 %). Наиболее загрязненными в последние годы остаются масложировые продукты (доля нестандартных проб составляет от 4,6 до 5,9 % в разные годы) и овощи (удельный вес проб, не отвечающих гигиеническим нормативам, колеблется в пределах 1,3–3,3 %). Среди химических загрязнителей пищевых продуктов по приоритетности на первом месте находятся нитраты (1,4–3,5 % нестандартных проб), затем идут токсичные элементы (0,4–0,6 %) и пестициды (не более 0,1 %).

Продолжает оставаться острой проблема загрязнения пищевых продуктов микроорганизмами. Микробиологическая безопасность напрямую зависит от качества и безопасности сырья, технологии его переработки, наличия современного оборудования, соблюдения условий хранения, транспортирования и реализации пищевых продуктов, профессиональной подготовки персонала. В случае несоблюдения санитарно-гигиенических требований в процессе производства и оборота пищевая продукция приобретает опасные для здоровья свойства и может послужить причиной возникновения пищевых отравлений и инфекционных заболеваний.

За последние пять лет уровень несоответствия проб пищевых продуктов по микробиологическим показателям стабилизировался на уровне 5–6 %. Наиболее загрязненными продолжают оставаться эпидемиологически значимые пищевые продукты – птицеводческие, мясные, молочные, рыбные, кондитерские изделия. Патогенные микроорганизмы в разные годы регистрировались в 0,2–0,8 % исследованных проб пищевых продуктов; в основном патогенная микрофлора обнаруживается в птицеводческой продукции. Приоритетной в плане микробного загрязнения остаётся отечественная пищевая продукция.

В Управлении проводится многолетний мониторинг микробиологической безопасности пищевых продуктов по цепочке «предприятие-изготовитель – торговая сеть». Оценка результатов мониторинга в динамике показывает, что уровень микробного загрязнения ряда пищевых продуктов из организаций торговли значительно превышает аналогичный показатель по продукции, исследованной из предприятий-производителей. Высокий удельный вес нестандартных проб из торговой

сети свидетельствует о том, что после изготовления пищевая продукция вследствие нарушения санитарно-гигиенических требований подвергается воздействию неблагоприятных факторов на различных этапах её оборота, которые способствуют микробному загрязнению пищевых продуктов.

По области наметилась положительная тенденция к снижению доли проб готовой продукции из предприятий общественного питания, нестандартных по микробиологическим показателям, – с 5,0 % в 2008 г. до 4,5 % в 2012 г., а также из пищеблоков лечебно-профилактических учреждений – с 1,6 до 0,4 % и детских молочных кухонь – с 2,9 до 0 %.

По результатам лабораторных исследований в пищевых продуктах с 2010 г. не регистрируются возбудители паразитарных заболеваний (2008–2009 гг. – 0,2 %).

Удельный вес проб пищевой продукции с превышением содержания антибиотиков в 2012 г. зафиксирован на уровне 1,1 % (в предыдущие годы до 3,5 %). Антибиотики обнаруживались в молочных, птицеводческих и мясных продуктах.

Учитывая актуальность проблемы безопасного продовольственного обеспечения населения области, Управлением Роспотребнадзора разработана и утверждена распоряжением Правительства Челябинской области № 20-рп от 06.02.2012 г. «Концепция реализации основ государственной политики в области здорового питания населения в Челябинской области на период до 2020 года». Одним из основных направлений Концепции является реализация мероприятий, направленных на обеспечение качества и безопасности пищевых продуктов и продовольственного сырья, включающих в себя:

– контроль соответствия пищевых продуктов требованиям законодательства Российской Федерации на всех стадиях их переработки, производства, хранения, транспортировки и реализации;

– развитие современных технологий и оборудования, исключающих возможности загрязнения производимых продуктов питания агентами бактериального, химического и физического происхождения;

– выпуск продукции в потребительской таре мелкой фасовки;

– совершенствование способов хранения пищевых продуктов на всём пути их транспортировки от места производства до потребителя, обеспечивающих предупреждение загрязнения и появления опасных свойств продукции;

– осуществление мониторинга качества и безопасности пищевой продукции с целью своевременного принятия адекватных мер, направленных на предотвращение попадания на потребительский рынок области некачественных и опасных для жизни и здоровья населения продуктов питания.

Мероприятия по реализации основных направлений Концепции в сфере обеспечения биологической и химической безопасности пищевых продуктов являются приоритетными в деятельности Управления Роспотребнадзора по Челябинской области.

Микронутриентная недостаточность и пути ее профилактики среди населения города Череповца

Л.Ш. Петрова, В.В. Анисимова, О.Н. Моторина

Территориальный отдел Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Вологодской области,
г. Череповец, Россия

Проблема дефицита микронутриентов является весьма актуальной для города Череповца, затрагивая самые разнообразные группы населения – от дошкольников до пенсионеров. Результатом дефицита микронутриентов является снижение трудоспособности, нарушения обмена веществ и повышение риска возникновения заболеваний, кроме того, современный ритм жизни провоцирует нерегулярное и однообразное питание, что приводит к снижению потребления незаменимых компонентов.

Одна из причин недостаточного потребления микронутриентов – снижение разнообразия рациона, сведение к узкому стандартному набору нескольких основных групп продуктов и готовых блюд, увеличение потребления рафинированных, высококалорийных, но бедных витаминами и минеральными веществами продуктов питания (белый хлеб, макаронные, кондитерские изделия, сахар, спиртные напитки и т.п.), возрастание в рационе доли продуктов, подвергнутых консервированию, длительному хранению, интенсивной технологической обработке, что неизбежно ведет к существенной потере витаминов.

Несбалансированное питание может служить причиной развития таких заболеваний у населения, как болезни крови, в частности, железодефицитная анемия, и болезни эндокринной системы – йоддефицитные состояния.

Основным проявлением дефицита микронутриентов является дефицит йода, приводящий к йоддефицитным заболеваниям. К сожалению, на протяжении длительного периода времени йоддефицитные заболевания в Российской Федерации не подлежали государственной регистрации, что создавало значительные трудности при проведении анализа заболеваемости, и только с 2000 г. была введена ежегодная отчетность по форме федерального государственного статистического наблюдения № 63 «Сведения о заболеваниях, связанных с микронутриентной заболеваемостью».

Проведенный анализ заболеваемости населения за период 2007–2011 гг. свидетельствует, что среди разновидностей болезней, связанных с микронутриентной недостаточностью, наиболее высокие цифры приходятся на заболеваемость диффузным и многоузловым эндемическим зобом.

Структурное распределение заболеваемости диффузным зобом аналогично таковому в заболеваемости болезнями эндокринной системы – наиболее высокие показатели отмечаются в группах подростков (15–17 лет) и детей (0–14 лет) и гораздо меньшие – в группе взрослого населения.

Обратная картина складывается в структуре заболеваемости многоузловым зобом, тиреотоксикозом. Значительная часть числа случаев заболевания здесь при-

ходится на взрослое население, что, в том числе, обусловливает высокий уровень данной заболеваемости среди всех болезней, связанных с микронутриентной недостаточностью.

Заболеваемость тиреоидитом распространена во всех возрастных группах населения практически в равной степени.

В 2011 г. в структуре йоддефицитной заболеваемости населения Череповца первое ранговое место занимает многоузловой (эндемический) зоб, связанный с микронутриентной недостаточностью, и другие формы нетоксического зоба.

Второе ранговое место отводится диффузному (эндемическому) зобу, третье – субклиническому гипотиреозу вследствие йодной недостаточности и другим формам гипотиреоза; максимальная заболеваемость – в группах подростков и детей.

Четвертое ранговое место принадлежит тиреоидиту, показатель которого в 2011 г. составил 95,1 на 100 тыс. населения. Пятое ранговое место занимает тиреотоксикоз (гипертиреоз), составив в 2011 г. – 16,7 на 100 тыс. населения.

Анализируя динамику процессов развития заболеваемости по данным болезням, можно отметить, что за последние годы рост детской заболеваемости, связанной с микронутриентной недостаточностью, отмечен по таким нозологиям, как – многоузловой эндемический зоб, субклинический гипотериоз. Следует отметить, что картина субклинического гипотериоза отличается стертостью симптоматики, и одной из вероятных причин роста заболеваемости по данной патологии является улучшение качества клинической диагностики в учреждениях здравоохранения.

По диффузному эндемическому зобу, тиреотоксикозу, тиреоидиту, связанному с микронутриентной недостаточностью, отмечается тенденция к снижению заболеваемости.

Несмотря на наблюдаемое снижение заболеваемости за период 2007–2011 гг., по-прежнему зафиксирован высокий фон данных показателей в группах подростков (15–17 лет) и детей (0–14 лет), в том числе и заболеваемости териоидитом, субклиническим гипотериозом, диффузным и многоузловым зобом, что позволяет сделать вывод о недостаточной эффективности проводимых мероприятий профилактической направленности в этих группах населения.

Данное утверждение также подтверждается тем фактом, что уровень заболеваемости населения болезнями, связанными с микронутриентной недостаточностью и характеризующимися большим уровнем распространения у детей и подростков в г. Череповце (то есть в тех группах, где уделяется наибольшее значение организации профилактического детского питания), значительно ниже, чем по другим территориям области.

В то же время рост в группе болезней, связанных с микронутриентной недостаточностью и характеризующихся большим уровнем распространения в среде взрослого населения, косвенно свидетельствует о недостаточности предпринимаемых мер по обогащению микронутриентами продуктового набора для взрослого населения.

Использование йодированной соли – наиболее эффективный, безопасный и экономически выгодный метод, направленный на ликвидацию йоддефицитных заболеваний.

Для преодоления недостаточности йода в питании на территории Череповца организуется выпуск продукции массового потребления, обогащенной йодом, лабораторный контроль за содержание йода в продуктах; снабжение обогащенными про-

дуктами организованных коллективов: общеобразовательных школьных и дошкольных, лечебно-профилактических учреждений, крупных промышленных предприятий; широкая разъяснительная работа среди населения в средствах массовой информации, направленная на профилактику йоддефицитных заболеваний, пояснение необходимости употребления йоддефицитных продуктов.

Мэрии города Череповца было предложено включить мероприятие по обеспечению детского населения обогащенными продуктами питания в городскую целевую программу «Снижение воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения на 2004–2015 гг.». Благодаря этой программе образовательные дошкольные и лечебно-профилактические учреждения города полностью обеспечиваются йодированными продуктами питания: хлебобулочными изделиями, йодированной солью.

С 2007 г. в Вологодской области реализуется программа «Школьное молоко», в соответствии с которой все учащиеся начальных классов получают бесплатно молоко, обогащенное комплексом из 8 витаминов и йодом, в индивидуальной упаковке (200 мл).

Таким образом, мониторинг микронутриентной заболеваемости за последние 5 лет (с 2007 по 2011 г.) позволил сделать вывод о том, что интенсивный показатель первичной заболеваемости диффузным эндемическим зобом, связанным с микронутриентной недостаточностью, у населения города Череповца снизился в 4,6 раза (за счет уменьшения заболеваемости во всех возрастных группах).

Снижение показателя заболеваемости, связанной с микронутриентной недостаточностью, среди детского и подросткового населения может быть следствием проводимой профилактической работы, направленной на регулярное поступление в организованные детские и подростковые учреждения молочной, хлебобулочной продукции, обогащенной витаминами и микроэлементами, в том числе йодированным белком, а также на употребление при приготовлении блюд йодированной соли.

Осуществить организованную профилактику данной заболеваемости у взрослого населения достаточно проблематично в силу ряда объективных причин.

Проведя ранжирование населения по заболеваемости диффузным эндемическим зобом, связанным с микронутриентной недостаточностью, выявлено, что подростки по уровню заболеваемости в среднем за 5 лет (с 2007 по 2011 г.) занимают 1-е (64,3 %) ранговое место, на 2-м месте (30,2 %) находятся дети, взрослое население (5,5 %) – на 3-м.

При ранжировании населения по заболеваемости многоузловым эндемическим зобом, связанным с микронутриентной недостаточностью, выявлено, что взрослые по уровню заболеваемости в среднем за 5 лет (с 2007 г. по 2011 г.) занимают 1-е (48,4 %) ранговое место, на 2-м (44,02 %) – подростки, на 3-м (7,49 %) – дети.

Учитывая важную роль, которая отводится в профилактике заболеваемости, связанной с дефицитом йода, потреблению продуктов питания, обогащенных микронутриентами, необходимо продолжить и развивать практику включения в меню для организации питания обучающихся и воспитанников пищевых продуктов, обогащенных микронутриентами (в том числе хлебобулочных изделий, обогащенных йодсодержащими и витаминными добавками).

Гигиеническая оценка водоснабжения населения Республики Башкортостан

Р.Р. Акмалова[1], Е.Г. Степанов[1], Р.А. Сулейманов[2]

[1] Управление Роспотребнадзора по Республике Башкортостан,
[2] Федеральное бюджетное учреждение науки
«Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека»,
г. Уфа, Россия

В настоящее время обеспечение населения качественной питьевой водой становится одной из приоритетных проблем государственной политики, направленной на сохранение здоровья и улучшение условий проживания.

В соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями питьевая вода должна быть безопасной в эпидемиологическом и радиационном отношении, безвредной по химическому составу, должна иметь благоприятные органолептические свойства.

Потребление некачественной питьевой воды приводит к росту инфекционной и неинфекционной заболеваемости, снижает адаптационные возможности организма. В этой связи оптимизация водопользования является важной социальной и медицинской задачей, гигиеническая сущность которой состоит в сохранении здоровья населения. Прямая патогенетическая роль водного фактора в развитии неинфекционных заболеваний связывается с такими показателями химического состава воды, как повышенная жесткость, мутность, высокое содержание железа, марганца, нитратов, хлоридов и сульфатов.

В Республике Башкортостан проживает 4071,9 тыс. человек, в том числе городское население – 60,6 %, сельское – 39,4 %. Водоснабжение осуществляется из 6 поверхностных и 2244 подземных источников водоснабжения. В настоящее время в Республике Башкортостан эксплуатируются 2133 системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Фактическая обеспеченность населения централизованным водоснабжением: городского – 99,3 %, сельского – 69,8 %. По данным исследований 86,6 % населения Республики Башкортостан обеспечены доброкачественной питьевой водой, 4,5 % – условно-доброкачественной и 1,5 % – пользуются питьевой водой, не соответствующей нормативам по различным показателям. Около 7,4 % населения проживают в населенных пунктах, качество употребляемой питьевой воды в которых не исследовалось.

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан» проведено исследование 1164 проб воды на источниках централизованного водоснабжения по санитарно-химическим показателям, из которых 156 проб (13,4 %) не соответствовали гигиеническим нормативам по цветности, мутности, жесткости, содержанию нитратов, железа, марганца (2009 г. – 13,7 %). По микробиологическим показателям исследовано 1393 пробы, из них не соответствовало гигиеническим нормативам 66 проб, или 4,7 % (2009 г. – 3,3 %). Удельный вес проб, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим и микробиологическим показателям, в республике ниже, чем по Приволжскому феде-

ральному округу (24,4 и 5,4 % соответственно) и Российской Федерации (28,9 и 5,9 % соответственно).

По результатам анализа данных и показателей Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга Республика Башкортостан в 2012 г. отнесена к территориям риска по загрязнению питьевой воды (общие колиформы, термотолерантные бактерии), а также по содержанию химических веществ в питьевой воде централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения (5 ПДК и более).

Из года в год основными причинами несоответствия качества питьевой воды являются: продолжающееся антропогенное загрязнение поверхностных и подземных вод, факторы природного характера (повышенное содержание в воде водоносных горизонтов солей жесткости, соединений железа и марганца), неудовлетворительное санитарно-техническое состояние водопроводных сетей и водоочистных сооружений, отсутствие или ненадлежащее состояние зон санитарной охраны водоисточников, отсутствие специализированных служб по эксплуатации водопроводных сооружений. Вместе с тем длительное функционирование на территории республики крупнейших нефтехимических, химических и нефтеперерабатывающих производств привело к циркуляции в объектах окружающей среды различных ксенобиотиков и других загрязняющих веществ в количествах, угрожающих здоровью населения.

Также одной из проблем обеспечения населения доброкачественной питьевой водой является природное повышенное содержание солей жесткости в воде источников водоснабжения и, соответственно, в воде систем централизованного водоснабжения отдельных территорий Республики Башкортостан. Удельный вес проб воды, не стандартных по жесткости, в целом по республике составил в 2012 г. 19,6 %. Содержание солей жесткости в питьевой воде в концентрации более 10 мг-экв/л (при гигиеническом нормативе 7 мг-экв/л) отмечено в 13 муниципальных образованиях республики (Альшеевский, Аскинский, Благоварский, Давлекановский, Кармаскалинский, Стерлибашевский, Туймазинский, Уфимский, Чекмагушевский, Чишминский, Шаранский районы, города Октябрьский, Уфа). Под потенциальным воздействием питьевой воды с повышенным содержанием солей жесткости проживает более 1,0 млн человек. С жесткостью питьевой воды, в совокупности с другими факторами среды обитания, могут быть связаны некоторые заболевания органов пищеварения, эндокринной системы, костно-мышечной системы, а также новообразования. Установлена статистически достоверная связь между жесткостью воды и развитием сердечно-сосудистых заболеваний (частотой инфаркта миокарда). Есть предположение о роли жесткости воды в развитии мочекаменной болезни.

Причинами продолжающегося техногенного и антропогенного загрязнения водных объектов, особенно по показателям химической безопасности, являются: устаревшие технологии и изношенность основных производственных фондов; сброс в канализацию неутилизируемых отходов; недостаточно эффективная очистка (либо ее отсутствие) и обеззараживание сточных вод на очистных сооружениях канализации, их перегрузка по гидравлике; отсутствие локальных очистных сооружений, ведущее к перегрузке основных очистных сооружений по концентрации поступающих загрязнителей; отсутствие систем ливневой канализации в ряде городов и районов республики или ее недостаточная мощность и отсутствие очистных

сооружений на существующих сетях ливневой канализации; неудовлетворительное состояние биологических очистных сооружений и других технических сооружений – потенциальных источников загрязнения (шламонакопителей, навозохранилищ, свалок и др.).

Таким образом, представленные данные свидетельствуют о том, что, во-первых, подземные воды Республики Башкортостан, являются доступным источником хозяйственно-питьевого водопользования, однако имеют природную специфику по химическому составу, физико-химическим свойствам, которая изначально неблагоприятно сказывается на их гигиенических показателях. Во-вторых, сложившаяся система хозяйственно-питьевого водопользования в большинстве административных образований республики не является рациональной с санитарно-эпидемиологических позиций, так как не обеспечивает санитарной охраны подземных водоисточников, не имеет в большинстве случаев сооружений и устройств для водоподготовки и обеззараживания питьевой воды. В-третьих, для обеспечения населения безопасной для здоровья питьевой водой необходимо проведение организационных, планировочных, санитарно-технических мероприятий, позволяющих, с одной стороны, не допускать антропогенной контаминации подземных вод, а с другой – корригировать их природные показатели и качество.

Социально-гигиенический мониторинг: онкологическая заболеваемость населения Ростовской области

Г.Т. Айдинов[1], Л.И. Прядко[2], Ю.А. Синельникова[1]

[1]Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области»,
[2]Ростовский государственный медицинский университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Составной частью национальной безопасности России является гигиеническая безопасность и охрана здоровья населения. Для городов Ростовской области гигиенические и экологические проблемы приобретают все большую актуальность. Одним из наиболее значимых социальных явлений является продолжающийся процесс урбанизации со всеми его негативными последствиями. Среди приоритетных факторов среды обитания городов с позиции ущерба здоровью населения, наряду с социальными проблемами, являются несоответствие качества атмосферного воздуха, питьевой воды гигиеническим нормативам, загрязнение почвы, физическое воздействие на окружающую среду, гигиена жилища.

В Ростовской области данные социально-гигиенического мониторинга используются для подготовки аналитических материалов для формирования Государственных докладов о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения, информационных бюллетеней для разработки мероприятий при обосновании комплексных региональных и территориальных программ по гигиене окружающей среды и профилактике заболеваемости.

Мониторинг состояния атмосферного воздуха в Ростовской области в 2012 г. проводился на 42 маршрутных постах наблюдения (мониторинговых точках) ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области» и 14 стационарных постах наблюдения ФГБУ «Ростовский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». Превышения регистрировались по 15 загрязняющим веществам. Ведущими загрязнителями атмосферного воздуха в 2010–2012 гг. (превышающими $ПДК_{сс}$ в 5 раз и более) являлись взвешенные вещества, диоксид серы, диоксид азота, формальдегид.

Под воздействием вредных веществ, превышающих гигиенические нормативы ($ПДК_{сс}$ в 5 раз и более), на территории Ростовской области в 2010–2012 гг. проживало до 150 000 человек. Наибольшее количество – на территориях с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха: диоксидом азота, аммиаком, бензолом, бутилацетатом, взвешенными веществами, формальдегидом.

По данным ФГБУ «Ростовский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» на стационарных постах в городах области наблюдается повышенное содержание формальдегида, диоксида азота, бенз(а)пирена, взвешенных веществ, оксида углерода и серы.

Сведения социально-гигиенического мониторинга свидетельствуют о влиянии негативных факторов среды обитания на здоровье населения. Многолетняя динамика заболеваемости отмечает тенденцию к росту экологически зависимых и экологически обусловленных заболеваний: злокачественных новообразований, хронической патологии органов дыхания, болезней системы кровообращения, эндокринной системы и нарушений обмена, патологии беременности и другие.

В рамках социально-гигиенического мониторинга проводится оценка многолетней динамики роста заболеваемости и смертности населения от злокачественных новообразований, с определением территорий риска онкопатологии (по методике д-ра мед. наук Б.И. Марченко).

Анализ динамики онкопатологических процессов свидетельствует, что за последние 3 года отмечается снижение смертности от злокачественных новообразований на 9,86 %. Контингент (число больных, состоящих на учете на конец отчетного года) увеличился на 3,16 %. Первичная заболеваемость злокачественными новообразованиями увеличилась на 2,9 % (таблица).

Показатели по Ростовской области

Параметр	Показатель на 100 тыс. населения		
	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Заболеваемость по форме № 35 (область)	365,6	352,36	372,41
Смертность (область)	195,0	178,86	172,54
Контингент больных, находящихся под «Д» наблюдением (область)	2341,5	2399,53	2419,14

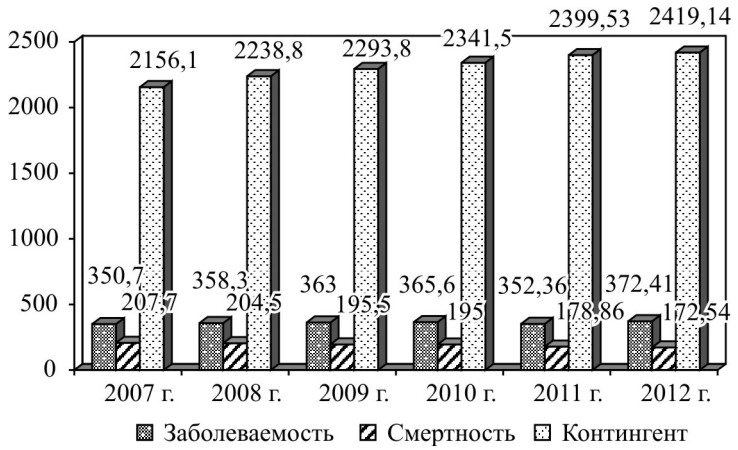


Рис. 1. Динамика онкопатологии в ретроспективе за 6 лет (2007–2012 гг).

Структура заболеваемости злокачественными новообразованиями. В городах: 1-е место – другие новообразования кожи (без меланомы), 2-е – рак молочной железы, 3-е – рак трахеи, легких, бронхов. В районах: 1-е место – другие новообразования кожи (без меланомы), 2-е – рак трахеи, легких, бронхов, 3-е – рак молочной железы.

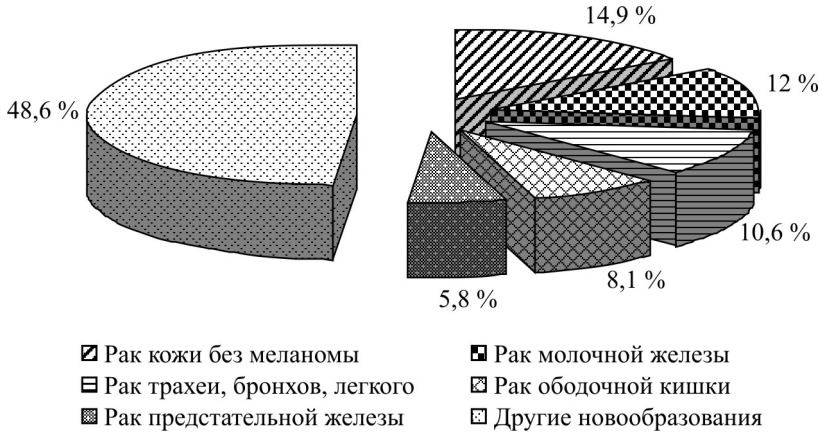


Рис. 2. Структура заболеваемости злокачественными новообразованиями по области (5 ранговых мест)

Структура смертности от злокачественных новообразований. В городах: 1-е место – рак трахеи, легких, бронхов, 2-е – рак молочной железы, 3-е – рак желудка и ободочной кишки. В районах: 1-е место – рак трахеи, легких, бронхов, 2-е – рак желудка, 3-е – рак молочной железы.

На учет в отчетном году взято 8 детей в возрасте от 0–14 лет (в 2010 г. – 49, в 2012 г. – 65), показатель заболеваемости составляет 1,32; показатель смертности – 1,16 на 100 тыс. детей. У детей, как и в предыдущие годы, регистрируются случаи злокачественных новообразований костей и суставных хрящей, соединительной и других мягких тканей, головного мозга, щитовидной железы, лимфатической и кроветворной ткани.

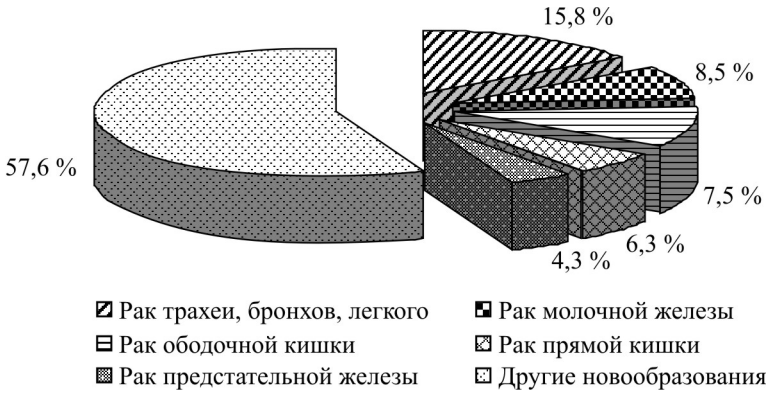


Рис. 3. Структура смертности от злокачественных новообразований по области (5 ранговых мест)

Среднесрочный прогноз заболеваемости злокачественными новообразованиями (сумма локализаций) на 2013–2014 гг. – неблагоприятный прогноз (дальнейший рост заболеваемости) ожидается в 11 городах и в 39 районах области. Среднесрочный прогноз смертности от злокачественных новообразований (сумма локализаций) на 2013–2014 гг. – неблагоприятный прогноз (дальнейший рост смертности) ожидается в 8 городах и в 21 районе области.

Система социально-гигиенического мониторинга позволяет проводить ретроспективный анализ, определять территории риска заболеваемости и смертности, предоставлять объективные данные органам, принимающим и подготавливающим управленческие решения.

Приоритеты в области первичной профилактики рака: борьба с табакокурением, рационализация питания, повышение физической активности и борьба с избыточным весом, уменьшение воздействия канцерогенных химических и физических факторов (производство, природная среда, жилище), профилактика воздействия инфекционных канцерогенных факторов. Важнейшую роль играет целенаправленная и настойчивая противораковая просветительская работа среди населения, которую проводят специалисты ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области».

Выводы. Анализ динамики заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований свидетельствует, что сохраняется актуальной проблема профилактики злокачественных новообразований в Ростовской области.

В 2013 г. выявлены территории с очень высоким риском заболеваемости (4 территории). С высоким и повышенным риском количество территорий по городам и районам – увеличилось. С очень высоким риском смертности территории не выявлены. С высоким и повышенным риском количество территорий по городам и районам – незначительно увеличилось.

Сохраняется неблагоприятный прогноз на 2012–2013 гг. по заболеваемости злокачественными новообразованиями на 50 территориях, в том числе в 11 городах и 39 районах; по смертности от злокачественных заболеваний – на 29 территориях, в том числе в 8 городах и 21 районе.

Проблемы адаптации имеющейся нормативно-методической базы испытательных лабораторий к требованиям технических регламентов в рамках развития Таможенного союза

С.П. Алексеенко[1], А.Н. Гуливец[1], А.С. Гудилка[2]

[1]Ростовский государственный медицинский университет,
[2]Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области»,
г. Ростов-на-Дону, Россия

С 01.07.2013 г. вступили в действие технические регламенты Таможенного союза (далее – ТР ТС) на пищевую продукцию: ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания», ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна», ТР ТС 023/2011 «Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей», ТР ТС 024/2011 «Технический регламент на масложировую продукцию», ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств», ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки». Вступление в силу данных регламентов вызвало необходимость доаккредитации лабораторий, обеспечивающих деятельность Роспотребнадзора, на показатели, указанные в ТР ТС, и заставили вновь вернуться к вопросам содержания уже принятых регламентов.

Настоящая статья построена на обобщении результатов работы, проведённой ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области», по подготовке испытательных лабораторных центров (далее – ИЛЦ) к обеспечению деятельности Роспотребнадзора по контролю за реализацией требований ТР ТС.

Объектами анализа послужили официальные вступившие в силу ТР ТС на пищевую продукцию.

Предметом исследования ТР ТС явились вопросы подтверждения соответствия пищевой продукции установленным требованиям, возникшие при формировании области аккредитации ИЛЦ.

ИЛЦ, чтобы быть признанным в качестве компетентного органа для выполнения испытаний продукции по показателям, указанным в ТР ТС, должен использовать методы и процедуры, утверждённые соответствующим решением Комиссии Таможенного союза. При формировании области аккредитации испытательного лабораторного центра ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области» специалисты столкнулись с рядом серьёзных противоречий и затруднений, связанных с адаптацией нормативно-методической базы, сопровождающей каждый ТР ТС, к реальным условиям, возможностям ИЛЦ и потребностями Управления Роспотребнадзора, призванного осуществлять надзор и контроль за соблюдением регламентов на пищевую продукцию.

Одной из первых и обязательных составляющих системы контроля безопасности пищевой продукции, помимо надлежащих условий, средств (оснащения), обученного персонала, является наличие утвержденных методик отбора проб. Анализ утверждённых перечней стандартов к каждому техническому регламенту, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимых для применения и исполнения его требований (далее – Перечень стандартов к ТР ТС), показал, что в нем отсутствует ГОСТы, регламентирующие правила отбора образцов некоторых распространённых видов пищевой продукции, на которые распространяется регламент (например, на пиво, пряности и приправы, минеральную воду, водку и водки особые и т.д.). Действующие в РФ национальные и межгосударственные стандарты на отбор проб указанной продукции не могут применяться на территории Таможенного союза в качестве документов, призванных реализовывать действие технического регламента, как формально не включённые в Перечень стандартов к ТР ТС.

В Перечне стандартов к ТР ТС приведены морально устаревшие ГОСТы на методы исследований (например, тонкослойная хроматография), не позволяющие использовать современную приборную базу ИЛЦ и не обеспечивающие высокую чувствительность. Например, в нём отсутствуют методики иммуноферментного анализа (определение микотоксинов), которые не занимают длительного времени, не требуют сложной пробоподготовки, значительных расходов реагентов и денежных затрат. На определение некоторых органических кислот (лимонная кислота, молочная кислота и т.д.) в Перечне стандартов к ТР ТС приведены спектрофотометрические методы исследования, требующие дорогостоящих реактивов с короткими сроками годности и больших трудозатрат, что не позволяет использовать их в практике лабораторий с большой номенклатурой исследований, обеспечивающих государственный санитарно-эпидемиологический надзор за всем спектром продовольственного сырья, пищевых продуктов, пищевых добавок. В то же время для проведения подобных исследований существует более экономичный метод капиллярного электрофореза.

Лаборатория должна применять методики испытаний, которые отвечают потребностям заказчика и пригодны для предпринимаемых испытаний. Однако в перечне стандартов к ТР ТС присутствуют документы, утратившие силу на территории РФ задолго до принятия регламента. Изменения, вносимые в Перечень стандартов к ТР ТС, значительно отстают от высоких темпов обновления и разработки новых национальных стандартов РФ. Например, приведённый в Перечне стандартов к ТР ТС ГОСТ 7631-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Правила приемки, органолептические методы оценки качества, методы отбора проб для лабораторных испытаний» завершил свое действие 01.01.2009 г.

Лабораторное оборудование и его программы должны обеспечивать требуемую точность и соответствовать техническим требованиям, предъявляемым к данным испытаниям. Однако в большинстве стандартов отсутствуют диапазоны измерения, что не позволяет оценить применимость методик для проведения исследований с заданной точностью, определить их пригодность для оценки показателей, указанных в ТР ТС. Например, современный и широко используемый ГОСТ Р 53182-2008 «Продукты пищевые. Определение следовых элементов.

Определение общего мышьяка и селена методом атомно-абсорбционной спектрометрии с генерацией гидридов с предварительной минерализацией пробы под давлением» не содержит диапазона измерения.

Ряд методик, указанных в Перечнях стандартов к ТР ТС, не позволяет обеспечить требуемую точность измерений. Так, в методике определения левомицетина МУК 4.1.1912-04 «Определение остаточных количеств левомицетина (хлорамфеникола, хлормецитина) в продуктах животного происхождения методом высокоэффективной жидкостной хроматографии и иммуноферментного анализа» в части ВЭЖХ (арбитражный метод) предел обнаружения значительно выше ПДК, указанной в регламенте (предел обнаружения – 0,01 мг/кг, а ПДК – 0,0003 мг/кг).

Используя методики, указанные в Перечнях к стандартов к ТР ТС, невозможно обеспечить контроль за соблюдением требований по всему перечню нормируемых показателей, так как в них не включены методики определения таких показателей, как: ртутьорганические пестициды, ряд органических кислот и подсластителей, синтетические пищевые красители, синильная кислота, глютен, осмоляльность и др.

Выводы:

1. Система разработки и утверждения Перечней стандартов к ТР ТС является неэффективной и требует усовершенствования.

2. Выявленные проблемы применения стандартов для целей подтверждения соответствия продукции требованиям ТР ТС затрудняют его использование на практике из-за возможных рисков непризнания результатов испытаний.

Можно предложить два пути решения этой проблемы:

1. Своевременное и оперативное совершенствование и дополнение Перечня стандартов к ТР ТС, призванных обеспечить их действие.

2. Разработать механизм использования имеющихся национальных стандартов РФ, не включенных в Перечень стандартов к ТР ТС, для оценки соответствия продукции.

Раздел II

Практика оценки риска для здоровья населения при воздействии факторов внешней среды и образа жизни

Оценка риска здоровью населения Иркутского района, связанная с загрязнением питьевой воды нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения

Е.Н. Плешевенкова[1], М.В. Кузьмина[2]

[1] Управление Роспотребнадзора по Иркутской области,
[2] Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области»,
г. Иркутск, Россия

Обеспечение населения доброкачественной питьевой водой относится к числу определяющих факторов охраны здоровья населения. В результате потребления воды с повышенным содержанием химических веществ может наблюдаться увеличение специфической заболеваемости населения. Для принятия управленческих решений по проблеме качества питьевой воды нецентрализованного водоснабжения большое значение имеет гигиеническая оценка, основанная на методологии оценки риска.

Объект исследования – качество питьевой воды нецентрализованного водоснабжения Иркутского района и заболеваемость населения.

По данным Регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга (СГМ), в Иркутском районе удельный вес квартир, не имеющих водопровода, в 2012 г. составил 58 %. Количество населения, использующее питьевую воду нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, составляло 53,6 тыс. чел.

В рамках СГМ в 2012 г. контроль качества питьевой воды нецентрализованного водоснабжения в Иркутском районе проводился в 30 населенных пунктах. Из перечня наблюдаемых показателей доказанными токсическими свойствами при пероральном воздействии обладают шесть веществ: аммиак, нитраты, фтор, железо, марганец и магний. В течение последних трех лет основной вклад в высокий удельный вес нестандартных проб вносят железо, марганец, в меньшей степени – нитраты, магний и аммиак (табл. 1). Повышенное содержание железа и марганца отражает природную специфику водоносных горизонтов Иркутской области.

Таблица 1

Удельный вес нестандартных проб по содержанию загрязняющих веществ в воде нецентрализованного водоснабжения Иркутского района за 2010–2012 гг.

Загрязняющее вещество	Доля исследований, не соответствующих нормативам, %		
	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Железо (включая хлорное железо) по Fe	34,0	45,6	36,7
Марганец	47,0	26,4	51,7
Нитраты (по NO_3)	5,0	4,8	6,7
Магний	1,0	1,6	0,8
Аммиак и аммоний-ион (по азоту)	0,0	12,8	0,0
Фтор	0,0	12,0	0,0

Оценка влияния качества питьевой воды нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения проводилась с использованием методологии оценки риска согласно Руководству по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Оцениваемые химические вещества обладают доказанным токсическим действием на организм человека и не оказывают канцерогенного влияния. Основными потенциальными органами-мишенями при хроническом пероральном поступлении являются кроветворная система, сердечно-сосудистая система (ССС).

Установлено, что уровень риска (*HI*) для взрослого населения превышает допустимые значения в 3 населенных пунктах Иркутского района (табл. 2), для детского населения – в 13 населенных пунктах (табл. 3).

Таблица 2

Уровни риска (*HI*) для взрослого населения Иркутского района при употреблении воды нецентрализованного водоснабжения за 2010–1012 гг.

Адрес мониторинговой точки	2010 г.	2011 г.	2012 г.	Вещества, определяющие высокий риск	Направленность действия
	HI	*HI*	*HI*		
д. Баруй	**1,21**	0,90	**1,34**	Нитраты (*HQ* 0,7–0,9)	Кровь (*Met Hb*), ССС
д. Московщина	**2,14**	**2,78**	**2,96**	Нитраты (*HQ* 2,0–2,7)	
п. Большая Речка,	0,62	0,68	**1,04**	Нитраты (*HQ* 0,6–0,9)	

Таблица 3

Уровни риска (*HI*) для детского населения Иркутского района при употреблении воды нецентрализованного водоснабжения за 2010–1012 гг.

Адрес мониторинговой точки	2010 г.	2011 г.	2012 г.	Вещества, определяющие высокий риск	Направленность действия
	HI	*HI*	*HI*		
д. Баруй	**2,54**	**2,09**	**3,12**	**Нитраты (*HQ* 1,02–2,11);** фтор (*HQ* 0,6–0,9)	Кровь (*Met Hb*), ССС; зубы, костная система
д. Зыкова	0,88	**1,17**	0,86	Фтор (*HQ* 0,55–0,61), нитраты (*HQ* 0,13–0,39)	
д. Куда	**2,05**	**1,60**	**2,29**	**Нитраты (*HQ* 1,01–1,55);** фтор (*HQ* 0,22–0,3)	
д. Московщина	**4,99**	**6,48**	**6,90**	**Нитраты (*HQ* 4,58–6,34);** фтор (*HQ* 0,25–0,28),	
с. Горяшина	**1,12**	**1,37**	**1,71**	**Нитраты (*HQ* 0,7–1,22);** фтор (*HQ* 0,19–0,26),	
с. Малое Голоустное	**1,54**	**1,69**	**2,19**	**Нитраты (*HQ* 0,95–1,74);** фтор (*HQ* 0,2–0,4),	
с. Мамоны	**1,88**	**0,68**	**1,42**	Фтор (*HQ* 0,6–1,02); нитраты (*HQ* 0,5–0,83)	
п. Малая Елань	0,81	**1,30**	0,86	Нитраты (*HQ* 0,22–0,79); фтор (*HQ* 0,2–0,37),	
д. Бургаз	**1,13**	**1,14**	**1,21**	Железо (*HQ* 0,55–0,61); фтор (*HQ* 0,03–0,43),	Слизистые, кожа, кровь, иммунитет; зубы, костная система
д. Быкова	**1,69**	**1,59**	**1,80**	Железо (*HQ* 0,62–0,88); фтор (*HQ* 0,62–0,77)	
д. Тихонова Падь	0,97	**1,30**	0,78	Нитраты (*HQ* 0,47–0,93)	Кровь (*Met Hb*), ССС
п. Большая Речка	**1,45**	**1,59**	**2,43**	**Нитраты (*HQ* 1,33–2,13)**	
с. Горохово	**1,12**	**1,43**	**1,41**	Фтор (*HQ* 0,88–1,0)	Зубы, костная система

Примечание: здесь и далее жирным шрифтом выделено привышение уровня риска (*HI*).

Наиболее высокие индексы неканцерогенной опасности за трехлетний период для взрослого населения отмечены в д. Московщина, основной вклад в риск для здоровья населения вносит содержание нитратов, концентрация которых в 2012 г. достигала 207,7 мг/дм^3, что составляло 4,6 ПДК.

Для здоровья детского населения наибольший риск представляет высокое содержание нитратов в питьевой воде, уровень риска (*HQ*) – до 6,3. Присутствие нитратов в воде особенно опасно для искусственно вскармливаемых детей, использование такой воды может приводить к развитию метгемоглобинемии. Вклад в формирование риска для здоровья детей также вносит содержание фтора (*HQ* до 1,0) и железа (*HQ* до 0,9).

Таким образом, несмотря на невысокие показатели доли неудовлетворительных проб и превышения ПДК по железу и марганцу, содержание в питьевой воде нитратов представляет большую опасность для здоровья населения, особенно детей. Потенциальному риску подвержены в первую очередь система кроветворения, сердечно-сосудистая система.

Удельный вес населения, подверженного влиянию повышенного содержания химических веществ в воде нецентрализованных источников, составляет 13,8 % от общей численности района. Оценка влияния качества воды на здоровье жителей отдельных муниципальных образований (поселений) затрудняется отсутствием отчетных статистических форм, состояние здоровья населения оценивалось в целом по Иркутскому району.

Отмечается рост уровня заболеваемости детей Иркутского района: за пять лет увеличились показатели по болезням системы кровообращения на 60,0 %, болезням кожи – на 93,0 %, мочеполовой системы – на 41,5 %, по врождённым аномалиям – на 13,8 %. За пять лет вырос уровень общей заболеваемости подростков по болезням системы кровообращения на 67,9 %, болезням кожи – на 20,5 %. Уровень общей заболеваемости взрослого населения за пять лет вырос по новообразованиям на 8,1 %, болезням эндокринной системы на 45,7 %, болезням органов пищеварения – на 46,8 %, болезням кожи – в 2,6 раза, болезням костно-мышечной системы – на 27,6 %, осложнениями беременности, родам и послеродовом периоде – в 3,5 раза. В целом заболеваемость населения Иркутского района по приоритетным классам болезней не превышает среднеобластной уровень.

На основании данных социально-гигиенического мониторинга качества воды нецентрализованного водоснабжения в 2013 г. принято постановление главного государственного санитарного врача Иркутской области о расширении перечня показателей, регламентированных в СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников». В Иркутской области в мониторинговых точках нецентрализованного водоснабжения контролируется содержание: аммиака, бора, железа, кальция, магния, марганеца, меди, молибдена, мышьяка, нитритов, сероводорода, фтора и фторидов.

Проведенная оценка уровней риска при употреблении воды нецентрализованного водоснабжения в сельских поселениях Иркутского района является обоснованием для дальнейшего изучения причинных факторов развития заболеваний, разработки и внедрения профилактических мероприятий, направленных на улучшение качества воды и снижение неблагоприятного влияния на здоровье населения. По результатам ведения социально-гигиенического мониторинга Управление Роспотребнадзора по Иркутской области выступает в защиту прав неопределенного круга потребителей воды, использующих ее для питьевых целей.

Оценка риска для здоровья населения г. Новосибирска при употреблении питьевой воды

Н.А. Харитоненко

Управление Роспотребнадзора по Новосибирской области,
г. Новосибирск

Одним из определяющих факторов охраны здоровья является обеспечение населения доброкачественной питьевой водой. В соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями питьевая вода должна быть безопасной в эпидемиологическом и радиационном отношении, безвредной по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства.

В настоящее время хозяйственно-питьевое водоснабжение города осуществляется в основном коммунальным водопроводом МУП г. Новосибирска «Горводоканал» с использованием поверхностных вод р. Оби, а также в незначительной степени подземных вод. Система горводопровода охватывает все районы Новосибирска, а также ряд прилегающих поселков и городов.

Общая система водоснабжения города подразделяется на две самостоятельные системы – Левобережную и Правобережную, соединенные между собой перемычками. В Левобережной части города вода от ковшевого водозабора из р. Оби поступает в насосную станцию 1-го подъема, затем на очистные сооружения – НФС-1. В Правобережной части города вода из ковшевого водозабора поступает в насосную станцию 1-го подъема, затем по четырем водоводам подается на очистные сооружения НФС-5. Подача воды в Первомайскую зону осуществляется самотеком непосредственно из резервуаров чистой воды на площадке НФС-3 (по материалам, предоставленным МУП г. Новосибирска «Горводоканал»).

В технологии обработки воды на НФС г. Новосибирска используется фильтрационная очистка воды с коагуляцией, флокуляцией и обеззараживанием хлорсодержащими веществами. В начале 2010 г. МУП г. Новосибирска «Горводоканал» запустило в эксплуатацию первую в Новосибирске установку УФО производительностью 350 тысяч кубических метров в сутки, с июня 2013 г. запущен второй блок УФО на НФС-5. Таким образом, в г. Новосибирске внедрены более эффективные методы обеззараживания питьевой воды (обеззараживание гипохлоритом натрия и ультрафиолетовая обработка), надежно обеспечивающие устранение вирусов и споровых бактерий. Это позволило снизить расход жидкого хлора в процессе водоподготовки и повысить качество питьевой воды. С целью пролонгирования остаточного бактерицидного действия хлора в теплый период года в распределительной городской сети, улучшения санитарного состояния трубопроводов на удаленных и тупиковых ее участках и повышения качества питьевой воды по микробиологическим показателям на НФС г. Новосибирска была внедрена технология аммонизации питьевой воды.

Так как при хлорировании питьевой воды образуются опасные вещества, обладающие канцерогенной, мутагенной и тератогенной активностью (хлороформ,

тетрахлорметан, 1,2-дихлорэтан, дихлорбромметан, дибромхлорметан), одной из задач данного исследования явилась оценка динамики возможного риска после проведенной очистки на НФС.

Для оценки качества питьевой воды был использован банк данных органолептических, санитарно-химических, микробиологических, паразитологических, радиационных показателей воды на входе в НФС и на выходе в распределительную сеть (после очистки и хлорирования). Банк данных сформирован по 58 показателям, исследования проводились ежемесячно в течение 2010–2012 гг. Для расчетов использовались средние за 3 года величины.

Наиболее удобной для оценки риска от воздействия химических веществ, содержащихся в питьевой воде, а также риска возникновения ольфакторно-рефлекторных реакций (неприятный запах, привкус, повышенная цветность и мутность воды) является методика интегральной оценки питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности.

Интегральная оценка выражается в виде итогового показателя по характеристикам органолептического, неканцерогенного и канцерогенного рисков. Органолептический риск рассчитывался по следующим показателям: запах, привкус, цветность, мутность, водородный показатель для питьевой воды, поступающей на НФС г. Новосибирска, а также в распределительную сеть после очистки. В соответствии с рекомендациями ВОЗ основной задачей водоподготовки в условиях централизованного водоснабжения является обеспечение таких органолептических свойств питьевой воды, которые удовлетворяли бы, по крайней мере, около 90 % потребителей. В таблице представлены результаты оценки органолептического риска питьевой воды, после очистки риск существенно уменьшился и не превышал приемлемого значения (0,1).

Оценка риска развития ольфакторно-рефлекторных эффектов в питьевой воде

Критерий	НФС-1		НФС-3		НФС-5	
	Риск до очистки	Риск после очистки	Риск до очистки	Риск после очистки	Риск до очистки	Риск после очистки
Запах	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Привкус	0,02	0,02	0	0	0	0
Цветность	0,006	0,001	0,006	0,001	0,006	0,001
Мутность	0,036	0,001	0,029	0,001	0,036	0,001
pH	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Максимальное значение	0,036	0,02	0,029	0,02	0,036	0,02

Оценка неканцерогенного риска проводилась по 36 химическим веществам на основе беспороговой модели. Результаты выявили отсутствие превышения приемлемых значений химического риска для питьевой воды, поступающей на НФС-3, НФС-5. Неканцерогенный риск для питьевой воды, поступающей на НФС-1, превышает приемлемый уровень и составляет 0,057. После очистки указанный риск снизился на всех НФС и не превышал допустимого значения (0,05).

Из выбранных для оценки риска 36 химических веществ 15 имеют доказанные канцерогенные эффекты: бериллий, хром, мышьяк, свинец, дихлорметан, хлороформ, 1,2-дихлорэтан, четыреххлористый углерод, тетрахлорэтилен, трихлорэтилен, ди-

хлорбромметан, дибромхлорметан, линдан, ДДТ, бенз(а)пирен. В питьевой воде после очистки и хлорирования на НФС произошло снижение риска воздействия от свинца, кадмия и хрома, риск от хлорорганических веществ, наоборот, увеличился. Таким образом, за счет хлорорганических веществ риск канцерогенных эффектов питьевой воды увеличился, но не превышает приемлемых уровней (0,00001).

Оценка микробного риска производилась по балльному методу расчета, представленному в методических рекомендациях МР 2.1.10.0031-11 «Комплексная оценка риска возникновения бактериальных кишечных инфекций, передаваемых водным путем». Оценка микробного риска в зависимости от санитарно-гигиенических условий водопользования населения осуществлялась по показателю «Комплексная оценка эпидемической опасности», включающему пять санитарно-гигиенических факторов: условия централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, характеристика источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, условия нецентрализованного водоснабжения, характеристика рекреационного водопользования, условия коммунального благоустройства. В связи с тем, что проводилась оценка риска качества питьевой воды централизованного водоснабжения, поступающей преимущественно из поверхностного источника, в процессе расчетов были исключены следующие факторы: условия нецентрализованного водоснабжения, характеристика рекреационного водопользования, показатели характеризующие подземный источник водоснабжения.

Согласно методическим рекомендациям значения каждого показателя ранжированы по трем рангам. Значение первого ранга показателей (и следовательно, наименьшее число баллов) соответствует эпидемической безопасности. Значение второго ранга показателей свидетельствует о средней (повышенной) потенциальной эпидемической опасности. Значение третьего ранга отражает высокую степень воздействия на эпидемическую ситуацию.

Сумма баллов по всем показателям, характеризующим эпидемическую опасность, связанную с условиями хозяйственно-питьевого водоснабжения на каждой из трех НФС, составила 13 баллов, что по оценочным таблицам соответствует низкой степени микробного риска (не более 18 баллов).

Выводы. Интегральная оценка качества питьевой воды показала, что качество питьевой воды после очистки на НФС ухудшается за счет увеличения показателя канцерогенного риска, при этом значение канцерогенного риска соответствует приемлемому. Органолептический, микробиологический, неканцерогенный риск после очистки воды на НФС снизился и соответствует приемлемым значениям.

Исследования по оценке риска, выполненные в соответствии с принятыми в Российской Федерации нормативно-методическими документами, показали, что население г. Новосибирска при употреблении очищенной питьевой воды не испытывает канцерогенной опасности, опасности хронического неспецифического воздействия, появления ольфакторно-рефлекторных эффектов, возникновения кишечных инфекций. Согласно существующей методике данная ситуация не требует принятия управленческих решений.

Оценка неканцерогенного риска для здоровья населения Алтайского края в связи с последствиями воздействия выбросов от хвостохранилищ Золотушинской обогатительной фабрики

А.А. Шараева, К.В. Романенко, В.А. Фокин

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,
г. Пермь, Россия

Оценка риска для здоровья населения была выполнена в соответствии с Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920-04) и включала 4 этапа – идентификация опасности, оценка зависимости «доза–ответ», оценка экспозиции и характеристика риска.

В качестве исходных для оценки риска здоровью населения использовались данные мониторинга атмосферного воздуха (Локтевский район (г. Горняк и пос. Кировский), Змеиногорский район (с. Карамышево), Третьяковский район (с. Староалейское)), выполненные на четырёх постах ФБУЗ «Центра гигиены и эпидемиологии Алтайского края», и данные о численности населения изучаемых населённых пунктов.

В соответствии с программой в течение 2012 г. образцы проб атмосферного воздуха исследованы по 6 показателям: взвешенные вещества, углерода оксид, углерод чёрный, азота диоксид, меди оксид, свинец.

Для оценки риска неканцерогенных эффектов при воздействии химических веществ, применялся показатель коэффициента опасности *HQ* (*hazard quotient*), который определяется как отношение определенной экспозиции (концентрации) к референтному уровню (*RfC*). Величины *HQ* рассчитывались для условий острого и хронического воздействия [1]. Для характеристики риска комбинированного действия химических веществ использовались индексы опасности.

В качестве параметров для оценки неканцерогенного риска применялись референтные уровни воздействия (референтные концентрации). Перечень референтных уровней хронического и острого воздействий, а также критические органы и системы органов были определены в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 [2].

Оценка опасности при комплексном поступлении осуществляется на основе воздействующих концентраций. Это обусловлено тем, что величины безопасных уровней воздействия химических веществ (*RfC*) устанавливаются как экспозиционные (воздействующие), а не поглощенные дозы [2].

При оценке острого ингаляционного воздействия использовались максимально-разовые концентрации, полученные по результатам мониторинга. Результаты оценки острого неканцерогенного риска, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Коэффициенты опасности острого ингаляционного воздействия

Мониторинговая точка	Взвешенные вещества	Оксид углерода	Диоксид азота	Медь
г. Горняк – ул. Миронова, 99	2,10	0,24	0,05	0,02
пос. Кировский – ул. Школьная, 13	2,10	0,23	0,04	0,02
с. Карамышево – ул. Кирова, 32	1,80	–	0,04	0,02
с. Староалейское – ул. Кирова, 33	1,83	0,23	–	–

Для свинца и углерода чёрного коэффициенты опасности острого ингаляционного воздействия не были рассчитаны, так как в соответствии с Р.2.1.10.1920-04 для них не представлены референтные концентрации для острого ингаляционного воздействия.

Результаты расчетов коэффициентов опасности при кратковременной экспозиции выявили превышения приемлемых значений для взвешенных веществ (во всех исследуемых точках). Максимальные значения коэффициентов опасности для взвешенных веществ отмечаются в Локтевском районе (г. Горняк и пос. Кировский) (*HQ* = 2,1).

Для веществ с однонаправленным действием были рассчитаны индексы опасности. Наибольший вклад в индексы опасности развития патологии органов дыхания при острой экспозиции вносят взвешенные вещества. Результаты расчетов обнаружили превышение допустимых значений на исследуемых территориях в 1,8–2,2 раза. Максимальные индексы опасности развития патологии органов дыхания – 2,17 (мониторинговая точка г. Горняк).

Оценка хронического воздействия проводилась по данным среднегодовых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, также полученным по результатам мониторинга. Результаты оценки представлены в табл. 2.

Таблица 2

Коэффициенты опасности хронического ингаляционного воздействия

Мониторинговая точка	Взвешенные вещества	Оксид углерода	Диоксид азота	Медь (II) оксид	Свинец	Углерод чёрный
г. Горняк	4,03	0,77	0,56	63	0,26	0,48
пос. Кировский	3,64	0,69	0,53	62,5	0,26	0,42
с. Карамышево	3,62	–	0,52	62	0,26	0,39
с. Староалейское	3,78	0,74	–	–	–	0,44

Коэффициенты опасности при ингаляционном хроническом поступлении превышают приемлемые значения для меди (*HQ* от 62 до 63) и взвешенных веществ (*HQ* от 3,62 до 4,03), следовательно, имеется вероятность нарушений здоровья со стороны органов дыхания, а также возникновения системных эффектов и увеличение уровня смертности. Коэффициенты опасности для оксида углерода, диоксида азота, свинца и углерода чёрного не превышают приемлемых значений.

При ингаляционном воздействии для всех исследуемых территорий имеется повышенный риск развития патологий органов дыхания (*HI* от 4 до 68). Наибольший вклад для г. Горняк, пос. Кировский, с. Карамышево вносит медь (*HQ* от 66 до 68). Для с. Староалейское наибольший вклад вносят взвешенные вещества (*HQ* = 3,78), но, вероятно, это связано с тем, что для данного населённого пункта не проводилось

исследований по оксиду меди. Для г. Горняк, пос. Кировский и с. Карамышево имеется повышенный риск развития системных эффектов (*HI* от 62 до 63), для с. Староалейское не удалось посчитать риск для данной нозологии, так как на этой территории не проводилось исследований по углероду чёрному и оксиду меди.

Для г. Горняк и пос. Кировский также обнаружены повышенные риски развития патологии системы крови (HI 1,59 и 1,48 соответственно).

Индексы опасности развития патологии нервной системы и нарушений процессов развития для пос. Кировский, с. Карамышево и с. Староалейское находятся в пределах приемлемых значений. Но для с. Карамышево и для с. Староалейское возможна недооценка риска в связи с тем, что на данных территориях не проводились исследования по оксиду углерода и свинцу.

Таким образом, на всех исследуемых территориях имеется повышенный риск развития патологий органов дыхания, для г. Горняк, пос. Кировский, с. Карамышево также зафиксирован риск развития системных эффектов. В Локтевском районе наблюдаются более высокий уровень риска развития патологий системы крови, по отношению к Третьяковскому и Змеиногорскому районам. И для всех трёх районов характерен повышенный риск развития системных эффектов и патологий органов дыхания. Риск развития патологий ЦНС и нарушения процессов развития практические не отличается по данным районам и находится в пределах приемлемых значений.

Результаты исследования по оценке неканцерогенного риска для здоровья населения, сформировавшегося в Локтевском, Третьяковском и Змеиногорском районах Алтайского края в результате воздействия выбросов от хвостохранилищ Золотушинской обогатительной фабрики ОАО «Алтайполиметалл», выявили неприемлемый риск развития нарушений со стороны здоровья населения, связанный с воздействием оксида меди и взвешенными веществами. С учетом сложившейся санитарно-эпидемиологической ситуации имеется высокая вероятность развития патологии органов дыхания в Локтевском (*HI* до 68), Третьяковском (*HI* = 4,22) и Змеиногорском (*HI* = 66,53) районах, также высокая вероятность нарушений системного характера в Локтевском (*HI* до 63,48) и Змеиногорском (*HI* = 62,39) районах. Для Локтевского района выявлен риск развития патологии системы крови (*HI* до 1,59).

Список литературы

1. Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействия химических веществ, загрязняющих окружающую среду / под ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.

2. Р.2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». – М., 2004. – 143 с.

Региональный список приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха, формирующих риск для здоровья населения на территории Пермского края

К.В. Романенко, Н.Г. Атискова, А.А. Шараева

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,
г. Пермь, Россия

В связи с разнообразием комплексов аэрогенного загрязнения, обусловленным особенностями индустриального развития территорий, разработка региональных списков приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха, формирующих риск для здоровья населения, учитывающих специфику производственной деятельности региона, является актуальной.

Список приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха в Пермском крае предназначен для органов и учреждений Роспотребнадзора и органов по оценке риска для здоровья и может использоваться для планирования программ социально-гигиенического мониторинга и производственного контроля окружающей среды, а также учитываться при надзоре за источниками загрязнения атмосферного воздуха.

Для составления списков приоритетных поллютантов атмосферного воздуха были предложены критерии их отбора, учитывающие распространённость аэрогенного загрязнителя, опасность для здоровья человека, в том числе канцерогенность, наличие научно обоснованных параметров для оценки риска. В качестве основных критериев выбора приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха рассматривались:

1. Наличие параметров, необходимых для оценки риска – *RfC* (референтные концентрации, факторы наклона).
2. Канцерогенное действие (по данным классификации МАИР и EPA).
3. Результаты ранжирования по индексу сравнительной неканцерогенной опасности (*HRI*).
4. Объем выбросов вредных веществ в Пермском крае и на отдельных его территориях.

Первоначально был определен список химических загрязнителей атмосферного воздуха на территории Пермского края при помощи программы «АТМ», где учитывался временной период, объем выбросов, население и территория, подвергающаяся воздействию химических веществ: из перечня химических веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух в Пермском крае за 2011 г., было отобрано 145 химических веществ, выброс которых был значителен – более 0,1 т в год.

Согласно Р 2.1.10.1920-04 («Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду») [2] было установлено наличие референтных концентраций у полученного списка веществ. В результате оценки 89 из 145 химических веществ имели показатель референтной концентрации. Следующим этапом было установление канцерогенного эффекта, который оценивался по классификации Международного агентства по изучению рака (IARC), согласно которой 15 веществ из 89 обладают канцерогенным эффектом. К этим веществам-канцерогенам относятся: сажа, хром шестивалентный, никель и его соединения, бензол, ацетальдегид, бензин (нефтяной), бенз(а)пирен, трихлорэтилен, свинец и его соединения, 1,3-бутадиен, акрилонитрил, этилбензол, оксиран (этилена оксид), винилбензол (стирол), хлорэтилен (винилхлорид).

Ранжирование химических веществ по значению индекса сравнительной неканцерогенной опасности (*HRI*) позволило получить структурированный список приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха в Пермском крае. Однако ряд городов Пермского края, по сравнению с Пермским краем в целом, имеет специфические производства с характерными превалирующими выбросами определенных веществ в атмосферу. В этой связи для оценки риска в Пермском крае отобрано 32 приоритетных компонента, для которых *HRI* выше 100 000, обладающих канцерогенным действием и выброс которых на территории Пермского края превышает 100 т/год. Также составлен список приоритетных веществ для оценки риска здоровью населения отдельных территорий, на которых выбрасывается более 70 % объема этих загрязнителей в крае.

В результате применения всех критериев сформирован список приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха для Пермского края в целом (32 вещества) и список приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха для отдельных территорий Пермского края (13 веществ) (табл. 1, 2).

Таблица 1

Список приоритетных загрязнителей для оценки риска в Пермском крае

№ п/п	Вещество	№ п/п	Вещество
1	Азота диоксид	17	Ксилол
2	Марганец и его соединения	18	Никель и его соединения
3	Ванадия пятиокись	19	Бензол
4	Хлор, хлора двуокись	20	Бензин (нефтяной)
5	Серы диоксид	21	Водород хлористый
6	Азота оксид	22	Фенол
7	Сажа	23	Бенз(а)пирен
8	Аммиак	24	Фториды газообразные
9	Меди и её соединения	25	Фториды хорошо растворимые
10	Хром шестивалентный	26	Толуол
11	Углерода оксид	27	Фториды плохорастворимые
12	Проп-2-ен-1-аль (Акролеин)	28	Свинец и его соединения
13	Сероводород	29	1,3-Бутадиен (дивинил)
14	Алюминия оксид	30	Этилбензол
15	Формальдегид	31	Ацетон
16	Взвешенные вещества	32	Винилбензол (Стирол)

Таблица 2

Список приоритетных загрязнителей для оценки риска
для отдельных территорий Пермского края

Пермь	Губаха	Чайковский	Лысьва
Серная кислота (по мол. H_2SO_4)	Ацетальдегид	Акрилонитрил	Эпихлоргидрин
Этилен	Водород цианистый (син. к-та)	Хлоропрен	–
Трикрезол (смесь изомеров)	Метанол	2-Метокси-2-метил-пропан (М/т/б эф)	–
Дихлорэтан	–	–	–
Пропан-1-ол (Спирт пропиловый)	–	–	–
2-Метокси-2-метилпропан (М/т/б эф)	–	–	–
Пропилен	–	–	–

Полученный список приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха Пермского края включает в себя весь перечень основных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Российской Федерации [3], а также содержит вещества, входящие в состав автомобильных выхлопных газов, выброс которых в Пермском крае составил 218 тыс. т, что соответствует 36,75 % от общего объёма выбросов [1].

Список литературы

1. О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации в 2011 году: Государственный доклад. – М., 2011.

2. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – С. 83–98; 124–134.

3. Список приоритетных веществ, содержащихся в окружающей среде, и их влиянии на здоровье населения: информационное письмо Минздрава РФ № 11/109-111 от 07.08.1997 г. – М., 1997.

Многосредовой риск для здоровья населения от воздействия химических веществ окружающей среды на примере г. Череповца Вологодской области

Л.Ш. Петрова[1], О.Н. Моторина[1], Л.И. Иванникова[2]

[1] Территориальный отдел Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Вологодской области,
[2] Филиал Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии по Вологодской области», г. Череповец, Россия

Важнейшей задачей социально-гигиенического мониторинга является развитие методов и технологий обеспечения органов управления и населения достоверной, наиболее полной и своевременной информацией о реальных и прогнозируемых уровнях риска для здоровья населения, а также о возможных мерах по управлению этими рисками. В настоящее время анализ риска для здоровья рассматривается как действенный инструмент оценки и управления санитарно-гигиенической ситуацией.

Для оценки непосредственного влияния факторов окружающей среды на состояние здоровья населения в 2010–2011 гг. с использованием данных социально-гигиенического мониторинга было выполнено исследование многосредового риска от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, питьевую воду и продукты питания.

Канцерогенные и неканцерогенные риски хронического воздействия оценивались в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». В качестве критерия оценки риска для здоровья населения при хроническом (продолжительном) воздействии химических веществ использовалась референтная концентрация. Учитывая цель исследования, за основу была принята численность населения, находящегося под воздействием неблагоприятных факторов среды обитания.

Для расчета были взяты данные регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга о количественном содержании химических веществ в атмосферном воздухе, питьевой воде и продуктах питания.

Рассчитанный канцерогенный риск для населения г. Череповца при комплексном поступлении веществ различными путями (пероральном и ингаляционном) и комплексном воздействии с продуктами питания, питьевой водой и атмосферным воздухом составил $2{,}5 \cdot 10^{-4}$. Данный уровень риска является повышенным и свидетельствует о вероятности возникновения на протяжении всей жизни дополнительных случаев злокачественных новообразований у населения от воздействия этих веществ.

Величина популяционного канцерогенного риска для населения г. Череповца составляет 70 дополнительных (к фоновому) случаев развития злокачественных

новообразований на протяжении жизни вследствие воздействия оцененных факторов риска. При данном уровне риска необходим комплекс оздоровительных мероприятий по снижению риска.

В число приоритетных факторов риска при комплексном воздействии входит загрязнение питьевой воды и продуктов питания. Их доля при пероральном поступлении составляет 62,5 % от суммарного канцерогенного риска. Уровень загрязнения атмосферного воздуха в суммарном уровне канцерогенного риска при ингаляционном пути составляет 37,5 %. Расчет суммарных канцерогенных рисков для населения от 13 химических веществ, исследованных в работе, показал, что ведущее место среди химических канцерогенов занимают формальдегид, полихлорированные бифенилы и свинец.

Оценка неканцерогенного риска с учетом многосредовой экспозиции веществ показала, что наиболее опасен, с точки зрения развития хронических эффектов, ингаляционный путь поступления химических веществ с атмосферным воздухом. Наибольший вклад в суммарный индекс опасности при ингаляционном пути поступления вносит формальдегид (*HI* = 2,3), бенз(а)пирен (*HI* = 2,0) и взвешенные вещества (*HI* = 1,8); при пероральном пути – ПХБ, магний и свинец, поступающие с продуктами питания.

С учетом направленности действия химических веществ на критические органы и системы высокие уровни хронического неканцерогенного риска обнаружены для групп веществ, влияющих на органы дыхания – индекс опасности 5,9; для развития, органов зрения, нервной, иммунной систем, почек, печени – индексы опасности более единицы.

Полученные результаты оценки риска, при всей их неопределенности, позволяют сделать выводы об источниках, факторах, территориях, группах риска, приоритетных загрязнителях и путях их поступления. Индексы опасности возникновения неканцерогенного риска от загрязнения атмосферного воздуха на территории г. Череповца превышают приемлемые значения.

Уровни канцерогенного риска соответствуют предельно допустимому риску, т.е. верхней границе приемлемого риска. Данные уровни риска должны подлежать постоянному контролю, и в некоторых случаях следует проводить дополнительные мероприятия по их снижению.

Уровни суммарного канцерогенного риска от химического загрязнения питьевой воды для всей территории обслуживания оцениваются как допустимые, но должны подлежать постоянному контролю.

Установлен риск возникновения вредных неканцерогенных эффектов при потреблении пищевых продуктов, загрязненных кадмием, свинцом, мышьяком и ПХБ. Необходим контроль за содержанием контаминантов в продовольственном сырье и пищевых продуктах (как производимых на территории, так и ввозимых).

Индексы опасности возникновения неканцерогенного риска (вероятность развития дополнительных по отношению к фону случаев нарушений состояния здоровья, связанных с воздействием среды обитания) при комплексном воздействии химических веществ от загрязнения питьевой воды и пищевых продуктов превышают приемлемые значения.

Таким образом, оценка риска при многосредовом воздействии показала, что суммарный канцерогенный риск для здоровья населения г. Череповца является повышенным и свидетельствует о вероятности возникновения на протяжении всей

жизни дополнительных случаев онкологических заболеваний у населения от воздействия данных веществ.

Наиболее поражаемыми органами и системами среди населения при воздействии химических веществ окружающей среды при поступлении всеми путями являются: сердечно-сосудистая, иммунная системы, ЦНС. С позиции неканцерогенного риска у населения г. Череповца существует высокая потенциальная опасность развития заболеваний органов дыхания.

Оценка канцерогенного риска для здоровья населения города Карабаша при многосредовом воздействии химических факторов окружающей среды в 2012 г.

А.Г. Уральшин[1], Н.Н. Валеуллина[1], Н.А. Брылина[1], Е.В. Никифорова[1], А.Л. Бекетов[1], В.П. Макаревич[2]

[1] Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области», г. Челябинск, Россия,
[2] Территориальный отдел управления Роспотребнадзора по Челябинской области в г. Миассе и г. Карабаше, г. Карабаш, Россия

Показатели заболеваемости населения Челябинской области злокачественными новообразованиями превышают аналогичные по Российской Федерации и занимают ведущее место среди субъектов Уральского федерального округа (ФГУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения РОСЗДРАВА», www.mednet.ru, 2012 г.).

В 2004–2011 гг. данный показатель в Челябинской области увеличился с 376,8 до 409,0 на 100 тыс. населения (на 8,55 %). В связи с этим определение причин данного неблагополучия является актуальной задачей.

Одним из городов области с высокими уровнями заболеваемости населения злокачественными новообразованиями является г. Карабаш, где функционирует медеплавильное производство ЗАО «Карабашмедь», обусловливающее непрерывное загрязнение среды обитания человека.

Среди 35 территорий Челябинской области уровень заболеваемости злокачественными новообразованиями в г. Карабаше фиксировался в 2004 г. на 10-м месте, в 2012 г. – на 12-м месте.

В 2004–2011 гг. в городе уровень заболеваемости злокачественными новообразованиями населения увеличилась на 62,92 % (502,78 – в 2011 г., 308,6 – в 2004 г.). Особенно высокий скачок онкозаболеваний отмечается в 2011 г.

Годовые и средние показатели заболеваемости населения злокачественными новообразованиями в различных территориях, которые взяты для сравнения, и г. Карабаше представлены в табл. 1.

Таблица 1

Динамика заболеваемости населения злокачественными новообразованиями на разных территориях (на 100 тыс. населения)*

Наименование территориального образования	Год								Среднее	Прирост, %
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011		
Российская Федерация	328	330,51	333,67	341,5	345,7	355,8	364,2	365,4	345,60	+11,40
Уральский федеральный округ	315,51	318,98	325,62	330,8	335,7	336,7	347,81	362,22	334,17	+14,80
Челябинская область	376,8	379,5	382,6	393	396,98	394,29	401,8	409	391,75	+8,55
Карабашский городской округ	308,6	391,3	350	355	392,41	380,65	354,84	502,78	379,45	+62,92

Примечание: *значения заболеваемости злокачественными новообразованиями на 100 000 населения по годам взяты из информационного сборника показателей деятельности учреждений здравоохранения и здоровья населения Челябинской области государственного учреждения «Челябинский областной медицинский информационно-аналитический центр», 2005–2012 гг.

По методическим указаниям «Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия», утвержденными Минприроды РФ 30.11.1992 г., данный уровень заболеваемости злокачественными новообразованиями позволяет отнести город Карабаш к зоне напряженной экологической ситуации.

Одной из причин увеличения заболеваемости злокачественными новообразованиями в 2011 г. по сравнению с 2004 г. является снижение численности населения города на 17,6 %, а также увеличение на 31,3 % удельного веса лиц в возрасте 50–59 лет. По возрастной структуре населения г. Карабаш относится к регрессивному типу: в 2004–2011 гг. доля лиц в возрасте 0–15 лет – 17,6 и 18,4 %, в возрасте 16–49 лет – 52,7 и 43,9 %, в возрасте 50 лет и более – 29,7 и 37,6 % соответственно. Это свидетельствует о повышенной онкологической опасности в связи со старением населения.

Для установления возможных причин экологической составляющей неблагополучия по онкопатологии и разработки мероприятий по ее снижению в г. Карабаше выполнена многосредовая оценка канцерогенного риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, содержащихся в питьевой воде, продуктах питания, почве, атмосферном воздухе (от стационарных источников выбросов) в соответствии с Руководством Р 2.1.10.1920-04.

В ходе работы по городу в целом был выполнен сбор и анализ сведений о численности населения, загрязнении атмосферного воздуха, воды, почвы, продуктов питания.

Собраны и проанализированы сведения о 10 веществах-канцерогенах (7 веществ, поступающих ингаляционным путем, 5 – перорально): 7 – в атмосферном воздухе, 4 – в питьевой воде, 3 – в почве, 5 – в продуктах питания.

Всего выполнено и проанализировано 8073 исследования. Сведения о количестве исследований по основным средам переноса и поступления представлены в табл. 2.

Таблица 2

Количество выполненных лабораторных исследований канцерогенных веществ по основным средам переноса и поступления

Среды переноса химических веществ	Кадмий	Свинец	Хром 6+	Мышьяк	Углерод (сажа)	Этилбензол	Бенз(а)пирен	ДДТ	Гексахлоргексан	Хлороформ	Всего
Атмосферный воздух*	1066	1066	1066	1066	1066	1066	1066				7462
Почва	42	44		40							126
Вода питьевая	40	76		79						40	235
Продукты питания**, в т.ч.:	50	50		50				50	50		250
– картофель	30	30		30				30	30		150
– морковь	10	10		10				10	10		50
– свекла	10	10		10				10	10		50
Итого	1198	1236	1066	1235	1066	1066	1066	50	50	40	8073

Примечание: *в качестве лабораторных исследований приняты результаты расчётов рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе от ЗАО «Карабашмедь», выполненные ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области»;

** количество лабораторных исследований продуктов питания принято в соответствии с МУ 2.3.7.2519-09 «Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население».

Результаты проведенных исследований показали, что индивидуальный канцерогенный риск в целом по городу от исследованных веществ по ингаляционному и пероральному путям поступления (CR_{sum}) составляет $9{,}04 \cdot 10^{-5}$, что классифицируется как риск второго диапазона, допустимый для населения.

Этот риск складывается в основном за счет перорального пути поступления. CR_o составляет $8{,}35 \cdot 10^{-5}$ (92,4 %) и классифицируется как риск второго диапазона, допустимый для населения.

Ведущей средой при пероральном пути поступления химических веществ-канцерогенов являются употребленные населением местные сельхозпродукты, вклад которых в многосредовой риск составляет 83,05 % (вода питьевая – 1,8 %, почва – 7,55 %).

Основным веществом, дающими вклад в многосредовой канцерогенный риск, является мышьяк (91,5 %), канцерогенный риск которого составляет $7{,}5 \cdot 10^{-5}$ (риск второго диапазона) при пероральном пути поступления. Основная среда, из которой поступает мышьяк, – местные сельхозпродукты (CR_{fo} мышьяка в целом по городу равен $7{,}5 \cdot 10^{-5}$). Мышьяк поступает в основном из картофеля (CR_{fo} мышьяка = $6{,}08 \cdot 10^{-5}$).

Ингаляционный риск составляет $6{,}9 \cdot 10^{-6}$ и классифицируется как риск второго диапазона, допустимый для населения.

В целом для всего населения города Карабаша с численностью 12 700 человек суммарный канцерогенный пожизненный популяционный риск достигает 1,13 дополнительных случаев рака (0,075 дополнительных случаев на 1 млн населения).

Важно отметить, что в 2012 г. общий индивидуальный канцерогенных риск в сравнении с 2004 г. снизился на 83,8 % за счет перорального и ингаляционного поступления веществ-канцерогенов; в 2004 г. $ICR_{общ}$ = 0,00056 – классифицировался как риск III диапазона, в 2012 г. $ICR_{общ}$ = 0,000094 – как риск II диапазона, допустимый для населения.

Этому способствовала работа контролирующих органов, администрации области, г. Карабаша, хозяйствующих объектов: проведение существенных воздухоохранных мероприятий на медеплавильном производстве, частичное переселение жителей и детских учреждений из санитарно-защитной зоны ЗАО «Карабашмедь», перенос частных плантаций картофеля на более чистые участки, внесение навоза, компоста, чистой почвы на огородные участки.

Учитывая полученные результаты исследований даны следующие общие выводы и рекомендации:

1. Уровни канцерогенных рисков в Карабаше от воздействия химических веществ-канцерогенов находятся в параметрах риска второго диапазона, допустимого для населения. Тем не менее мы не считаем этот результат достаточным и стабильным. Согласно п.п. 7.6.3. Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» и учитывая беспороговость воздействия веществ-канцерогенов, необходимо организовать постоянный контроль (не реже 1 раза в 5 лет) за уровнями канцерогенных рисков.

2. Учитывая, что основным веществом-канцерогеном является мышьяк, риск от воздействия которого на 91,5 % обусловлен местными сельскохозяйственными продуктами, а также аналогичную ситуацию в других городах области, рекомендуется усиление лабораторного контроля в аккредитованных лабораториях за содержанием мышьяка в овощах и овощной продукции, в том числе местных и привозных картофеле и овощах, с учетом поставщиков и места производства (производителя). При выявлении неблагополучных поставщиков и производителей следует информировать их о сложившейся ситуации и возможном отказе от их продукции.

3. Необходимо учитывать, что данная работа не содержит информации об ингаляционном канцерогенном риске от автотранспорта, не учтен накожный путь поступления химических веществ в организм человека, исследованы только местные сельскохозяйственные продукты (картофель, морковь, свекла).

Оценка риска здоровью населения Омской области от химического загрязнения продуктов питания

А.С. Крига, Е.Л. Овчинникова, Н.В. Резанова, А.С. Федоров

Управление Роспотребнадзора по Омской области,
Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения
«Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области»,
г. Омск, Россия

В настоящем исследовании оценка риска здоровью населения Омской области проводилась в соответствии с методическими указаниями «Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население» (МУ 2.3.7.2519-09) и Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р. 2.1.10.1920-04). Расчет риска развития канцерогенных и неканцерогенных хронических эффектов, связанных с загрязнением пищевых продуктов, осуществлялся в соответствии с государственным заказом аккредитованной организацией ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области».

С 2001 г. в рамках социально-гигиенического мониторинга в Омской области проводится межведомственный мониторинг качества и безопасности пищевых продуктов и здоровья населения. В рамках этой мониторинговой системы в региональный информационный фонд показателей и данных социально-гигиенического мониторинга поступают данные ведомств – участников мониторинга: Омской областной ветеринарной лаборатории, Омского референтного центра Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору, Центра агрохимической службы «Омский», лабораторий Центра гигиены и эпидемиологии в Омской области.

Проводятся исследования по химическим показателям безопасности основных семи групп продуктов: мясо и мясопродукты, птица, яйца; молоко и молочные продукты; рыба и рыбопродукты; зерно, крупяные и хлебобулочные изделия; сахар и кондитерские изделия; плодоовощная продукция; масличное сырье и жировые продукты.

Оценка риска здоровью населения Омской области от химического загрязнения продуктов питания и продовольственного сырья, производимых на территории Омской области.

В 2009–2012 гг. среднегодовой индивидуальный канцерогенный риск здоровью населения Омской области, связанный с контаминацией пищевых продуктов химическими веществами на территории Омской области, составил $6{,}63 \cdot 10^{-4}$. Такое значение риска оценивается как «недопустимое для всего населения в целом и приемлемое только для профессиональных групп».

За последние четыре года наблюдается нестабильная динамика показателя индивидуального канцерогенного риска, который варьируется в пределах высоких значений. Максимальный показатель наблюдался в 2010 г., минимальный – в 2009 г. В 2012 г. канцерогенный риск составил $7{,}94 \cdot 10^{-4}$, в 2011 г. – $5{,}4 \cdot 10^{-4}$,

в 2010 г. – $8{,}8 \cdot 10^{-4}$, в 2009 г. – $4{,}4 \cdot 10^{-4}$. Популяционный риск развития канцерогенных эффектов составил 17 дополнительных случаев онкологических заболеваний в год среди жителей Омской области.

Потенциально опасные для здоровья человека химические и биологические вещества попадают и накапливаются в пищевых продуктах как по ходу биологической цепи (обеспечивающей обмен веществ между живыми организмами, с одной стороны, и воздухом, водой и почвой – с другой), так и пищевой цепи, включающей все этапы сельскохозяйственного производства продовольственного сырья и пищевых продуктов, а также хранение и упаковку.

Основной вклад в канцерогенный риск от химической контаминации пищевых продуктов внесли мышьяк (70,6 %), кадмий (12,2 %), свинец (10,7 %) и ДДТ (Ди-хлор-Ди-фенил-Три-хлор-метилметан) (6,4 %). Наибольшее количество канцерогенов поступает с овощами (вклад 22,8 %), молочными продуктами (21,1 %), хлебобулочными изделиями (21,6 %), мясопродуктами (15,6 %) и рыбопродуктами (11,0 %).

Риск развития неканцерогенных эффектов рассчитывался по величине индекса опасности для двенадцати химических веществ (свинец, мышьяк, кадмий, ртуть, ГХЦГ, ДДТ, гексахлорбензол, нитраты, нитриты, афлатоксин В1, медь, цинк). В 2009–2012 гг. коэффициенты опасности от поступления мышьяка и нитратов с продуктами питания оценивались как неприемлемые и составляли 1,67 и 1,29 соответственно. Коэффициенты опасности от поступления остальных веществ не превышали порога 1,0 и оценивались как приемлемые.

С учетом совместного действия веществ на органы-мишени, эффектов суммации и потенцирования наиболее вероятны патологические эффекты со стороны эндокринной (HI = 3,7), сердечно-сосудистой (HI = 3,0), центральной нервной системы (HI = 2,6), мочевыделительной системы (HI = 2,4), желудочно-кишечного тракта (HI = 2,1), системы крови (HI = 2,1), иммунной системы (HI = 2,0), кожи (HI = 1,7). Индексы опасности, рассчитанные для остальных органов (систем)-мишеней, не превышали единицы.

Оценка риска здоровью, связанная с химическим загрязнением продуктов питания, ввозимых на территорию Омской области.

В рамках мониторинга безопасности пищевых продуктов была проведена экспертная работа по оценке риска здоровью населения Омской области от химического загрязнения пищевых продуктов, ввозимых на территорию Омской области через санитарно-карантинные пункты пропуска государственной границы из других стран.

Всего было проанализировано более 8 000 проб продуктов, поступивших из 17 стран-экспортеров в 2010–2012 гг. Все исследования проводились на базе лабораторий ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области».

Для анализа были отобраны 7 групп: зерновая, масложировая, молочная, мясная, рыбная, плодоовощная продукция, а также сахар и кондитерские изделия. Лабораторные исследования были направлены на оценку содержания 10 химических веществ, обладающих токсичным и/или канцерогенным действием: афлатоксин В1, гексахлорбензол, гексахлорциклогексан, ДДТ, кадмий, медь, мышьяк, ртуть, свинец, нитраты.

Для расчетов использовались объемы потребления основных групп продуктов населением Омской области в 2010–2012 гг., предоставленные Территориальным органом Федеральной службы государственной статистики по Омской области.

Среди проанализированных проб продуктов – 91,8 % приходится на 3 страны-экспортера: Казахстан, Киргизию и Узбекистан. От Казахстана было исследова-

но 4637 проб (54,5 % среди всех экспортеров), от Киргизии – 1658 (20,0 %) и от Узбекистана – 1472 (17,3 %). Среди всех взятых в анализ проб превышений гигиенических нормативов содержания контаминантов не было. То есть оценка риска проводилась по концентрациям веществ, которые считаются безвредными по токсическому воздействию действующим санитарным законодательством.

Исследовались 4 группы продуктов, импортируемых из Казахстана: зерновая, масложировая, молочная и плодоовощная продукция; из них 98 % проб приходится на плодоовощную продукцию. В ходе идентификации опасности из расчетов были исключены концентрации химических веществ по группам продуктов, которых было менее 10 проб. В результате в работу были взяты 7 веществ, содержащихся в плодоовощной продукции: канцерогены – мышьяк, гексахлорциклогексан, ДДТ, свинец, кадмий и неканцерогены – нитраты, ртуть.

В результате исследований было установлено, что среднегодовой суммарный канцерогенный риск от химического загрязнения пищевых продуктов, импортируемых из Казахстана в 2010–2012 гг., составил $5{,}6 \cdot 10^{-4}$, что соответствует диапазону риска, допустимого только для профессиональных групп и неприемлемого для населения в целом. Из анализируемых веществ недопустимые значения индивидуального канцерогенного риска у мышьяка – $2{,}3 \cdot 10^{-4}$ (вклад в суммарный канцерогенный риск – 46,3 %) и у гексахлорциклогексана – $2{,}0 \cdot 10^{-4}$ (вклад в суммарный канцерогенный риск – 41,8 %).

Риск развития неканцерогенных эффектов оценивался по величине индекса опасности (*HQ*) для вышеперечисленных веществ. Коэффициент опасности от поступления в организм человека нитратов в 2 раза превышает допустимый уровень, значения *HQ* для остальных веществ оцениваются как приемлемые и составляют менее 1,0. С учетом эффектов суммации и потенцирования наиболее вероятные патологические реакции, связанные с химическим загрязнением продуктов, возможны со стороны сердечно-сосудистой системы (суммарный индекс опасности $HI = 2{,}5$), системы крови ($HI = 2{,}0$) и желудочно-кишечного тракта ($HI = 1{,}1$).

Исследовались две группы продуктов, импортируемых из Киргизии: зерновая и плодоовощная продукция, которая составила 99,6 % проб. Оценка риска проводилась по концентрациям свинца, кадмия, мышьяка и нитратов.

В результате индивидуальный канцерогенный риск от загрязнения продуктов отдельными металлами укладывается в диапазон приемлемого для населения уровня риска, но при этом суммарный канцерогенный риск (по всем веществам) соответствует уровню – «допустим только для профессиональных групп» и составляет $1{,}3 \cdot 10^{-4}$. Как и в продуктах из Казахстана, основной вклад в его формирование вносит мышьяк – 72,1 %.

Риск развития неканцерогенных эффектов по отдельным веществам допустимый и не превышает единицы. С учетом суммарного действия на органы-мишени неблагоприятные эффекты можно ожидать со стороны сердечно-сосудистой системы ($HI = 1{,}1$), что связано с совместным действием концентраций нитратов и мышьяка.

В 2010–2012 гг. Узбекистан экспортировал в Омскую область свою плодоовощную продукцию, в том числе картофель. Оценка риска проводилась по концентрациям канцерогенных металлов: кадмия, мышьяка и свинца. В итоге индивидуальный канцерогенный риск от загрязнения продуктов мышьяком составил $2{,}8 \cdot 10^{-4}$, что является «недопустимым для населения в целом и допустимым только для профессиональных групп». Значения канцерогенного риска по концентрациям кадмия и свинца приемлемые. Суммарный канцерогенный риск на 81,5 % формируется за счет мышьяка.

Риск развития неканцерогенных патологических эффектов как по отдельным веществам, так и по суммарному воздействию на органы-мишени приемлемый и не превышает единицы.

Таким образом, для населения Омской области существует потенциальный риск здоровью от химического загрязнения продуктов питания и продовольственного сырья, как производимого на территории Омской области, так и ввозимого из ряда пограничных стран. Канцерогенный риск здоровью, в основном, формируется мышьяком, поступающим с плодоовощной продукцией, реже с мясными и рыбными продуктами, зерновой продукцией. Неканцерогенный риск формируется нитратами из с плодоовощной продукции.

Несмотря на то что импортируемые продукты по санитарному законодательству являются безопасными для населения Омской области, применение новых методологических подходов с оценкой кумулятивного поступления определенного количества загрязняющих веществ, сопоставления их с безопасными (референтными) дозами контаминантов, выявляет потенциальный риск здоровью населения даже от остаточных количеств содержания химических веществ в исследуемой продукции. Основную угрозу здоровью населения Омской области формирует остаточное содержание в овощах мышьяка, гексахлорциклогексана и нитратов, что может свидетельствовать об избыточном использовании пестицидов и азотсодержащих удобрений производителем при выращивании плодоовощной и другой растительной продукции. При этом требуют коррекции существующие гигиенические нормативы, допускающие потенциально опасные концентрации химических контаминантов пищи.

Эпидемиологический анализ и оценка риска развития болезней органов дыхания у населения в зоне влияния крупного целлюлозно-бумажного комбината

Т.Н. Унгуряну

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Архангельской области, г. Архангельск, Россия

Одним из факторов окружающей среды, оказывающим наибольшее влияние на здоровье населения, является качество атмосферного воздуха. По литературным данным загрязнение атмосферного воздуха в первую очередь влияет на дыхательную систему, которая находится в непосредственном контакте с окружающей средой. Рост патологии органов дыхания, обусловленный загрязнением атмосферного воздуха, отмечен во многих промышленных регионах России. При этом уровни заболеваемости бронхиальной астмой, острыми и хроническими пневмониями,

бронхитами, острыми респираторными вирусными инфекциями в загрязненных районах в несколько раз выше по сравнению с относительно «чистыми» территориями. Особое значение имеет изучение влияния загрязнения окружающей среды на здоровье населения в районах размещения предприятий целлюлозно-бумажной промышленности, где атмосферные загрязнения достигают высоких значений, и население может быть подвергнуто высоким уровням риска здоровью.

Новодвинск – монопромышленный город Архангельской области с численностью населения 42 000 человек. Градообразующим предприятием является ОАО «Архангельский целлюлозно-бумажный комбинат» (ОАО «АЦБК»), одно из ведущих лесохимических предприятий Европы и Российской Федерации.

Цель исследования – выполнить эпидемиологический анализ распределения частоты заболеваемости населения болезнями органов дыхания по микрорайонам города с расчетом уровней риска здоровью населения при воздействии химических веществ, содержащихся в выбросах ОАО «АЦБК».

Качество атмосферного воздуха изучено по данным мониторинга ФГБУ «Северное УГМС» и расчетным концентрациям приоритетных примесей ОАО «АЦБК», полученным по данным моделирования рассеивания химических веществ с использованием УПРЗА «Эколог» вер. 3.0 с расчетным блоком «Средние». Идентификация опасности показала, что наибольший вклад в загрязнение окружающей среды Новодвинска вносит ОАО «АЦБК», на долю которого приходится 98 % всех выбросов предприятий города. На основе детального анализа критериев включения и исключения химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, в перечень приоритетных для последующего расчета риска вошли 25 соединений.

По данным мониторинга атмосферного воздуха за 2001–2011 гг. среднегодовые концентрации и концентрации на уровне 90-го процентиля взвешенных частиц, диоксида серы, оксида углерода, диоксида азота, сероводорода, сероуглерода и метилмеркаптана не превышали предельно допустимые концентрации (ПДК). Среднегодовые концентрации формальдегида и бенз(а)пирена были выше установленных гигиенических нормативов в 2 раза, а их концентрации на уровне 90-го процентиля превышали ПДК в 2,5 и 3,4 раза соответственно.

По результатам моделирования рассеивания выбросов территория города была разделена на три микрорайона: первый – наиболее приближенный к ОАО «АЦБК», второй – занимает промежуточное положение по удаленности от ОАО «АЦБК» и третий – является наиболее удаленным от комбината. В первом микрорайоне города уровни загрязнения атмосферного воздуха химическими веществами, содержащимися в выбросах целлюлозно-бумажного комбината, в 1,2–2 раза превышали расчетные концентрации примесей, установленных во втором и третьем микрорайонах.

Подомовое распределение населения по трем микрорайонам Новодвинска показало, что численность проживающего в них населения примерно одинаковая. Численность населения, проживающего в первом микрорайоне, составила 13053 человека, во втором микрорайоне – 12417 и в третьем микрорайоне – 13398.

Заболеваемость населения по микрорайонам города изучена за 2001–2009 гг. на основе электронной базы ГБУЗ «Новодвинская городская клиническая больница», в которой случаи заболеваний регистрируются в соответствии с учетным медицинским документом «Талон амбулаторного пациента» (форма № 025-6(7)/у-89). Проверка нулевых гипотез об отсутствии различий между уровнями заболеваемости по микрорайонам города проводилась с помощью критерия хи-квадрат (χ^2)

и точного критерия Фишера. Уровень значимости, на котором оценивались нулевые гипотезы, принимался равным 0,05. Статистический анализ данных выполнен с использованием программного обеспечения SPSS 18.0 для Windows и программы Epi Info 3.4.1.

В структуре первичной заболеваемости детского и взрослого населения, проживающего в Новодвинске, первое место занимают болезни органов дыхания (58 и 30 % соответственно). Анализ распределения частот заболеваемости болезнями органов дыхания по микрорайонам города показал, что среди детского населения, проживающего в первом микрорайоне, уровни заболеваемости острым бронхитом (158,0 ‰) и бронхиальной астмой (28,8 ‰) статистически значимо в 1,2–1,6 раза выше по сравнению с таковой у детей из двух других микрорайонов (табл. 1).

Таблица 1

Заболеваемость населения по микрорайонам города Новодвинска за 2001–2009 гг. (средняя частота ± 95%-ный ДИ на 1000 соответствующей возрастной группы)

Возраст, лет	Диагноз	МКБ-10	Район 1	Район 2	Район 3	p^{***}
0–17	Острый бронхит*	$J_{20–22}$	158,0±14,1	124,4±13,4	137,3±13,3	$p_{1–2} < 0,001$ $p_{1–3} = 0,038$
	Бронхиальная астма**	J_{45}	28,8±16,9	20,9±15,9	18,2±14,3	$p_{1–2} < 0,001$ $p_{1–3} < 0,001$
18 и старше	ОРВИ*	$J_{00–06}$	223,2±80,0	182,2±75,0	211,0±76,0	$p_{1–2} < 0,001$ $p_{1–3} < 0,031$
	Хронический бронхит**	$J_{40–42}$	25,9±3,1	23,7±3,0	21,1±2,7	$p_{1–2} = 0,296$ $p_{1–3} = 0,020$

Примечание: *– первичная заболеваемость; **– общая заболеваемость; ***– достигнутый уровень статистической значимости.

Среди взрослого населения, проживающего в первом микрорайоне, заболеваемость ОРВИ (232,2 ‰) и хроническим бронхитом (25,9 ‰) превышала частоту данных болезней у населения второго и третьего микрорайонов в 1,1–1,2 раза, однако статистически значимые различия в уровнях общей заболеваемости хроническим бронхитом установлены только между первым и третьим микрорайонами.

Средние уровни общей заболеваемости бронхиальной астмой среди всего детского населения (28,8‰), а также у детей в возрастных группах до 2 лет (8,8 ‰), 3–4 года (23,6 ‰), 7–9 лет (32,0 ‰), 10–14 лет (37,3 ‰) и 15–17 лет (34,9 ‰), проживающих в 1-м микрорайоне, статистически значимо превышали таковые у детей соответствующего возраста на территории 2-го и 3-го микрорайонов (табл. 2). Наибольшая кратность различий установлена среди детей 3–4 лет, заболеваемость которых на территории 1-го микрорайона оказалась в 2 раза выше по сравнению с таковой у детей, проживающих в двух других микрорайонах. У детей в возрастной группе 15–17 лет общая заболеваемость бронхиальной астмой в 1,7 раза превышала частоту болезни по сравнению со 2-м и 3-м микрорайонами. В других возрастных группах (до 2 лет, 7–9 лет и 10–14 лет) отношение показателей общей заболеваемости в 1-м и 2-м микрорайонах составило 1,2 раза, а по сравнению с 3-м микрорайоном – от 1,3 до 3 раз.

Таблица 2

Общая заболеваемость бронхиальной астмой (J_{45}) в возрастной структуре детского населения по микрорайонам г. Новодвинска за 2001–2009 гг.

Возраст, лет	Район 1		Район 2		Район 3		Достигнутый уровень *p*
	абс. число	на 1000	абс. число	на 1000	абс. число	на 1000	
0–2	33	8,8	25	7,1	11	2,9	$p_{1-2} = 0{,}386$ $p_{1-3} < 0{,}001$
3–4	57	23,6	27	11,7	27	11,2	$p_{1-2} < 0{,}001$ $p_{1-3} < 0{,}001$
5–6	64	26,1	52	25,1	55	22,4	$p_{1-2} = 0{,}807$ $p_{1-3} = 0{,}339$
7–9	113	32,0	85	27,3	59	15,8	$p_{1-2} = 0{,}192$ $p_{1-3} < 0{,}001$
10–14	230	37,3	156	29,0	172	30,0	$p_{1-2} = 0{,}003$ $p_{1-3} = 0{,}009$
15–17	173	34,9	95	20,7	95	19,3	$p_{1-2} < 0{,}001$ $p_{1-3} < 0{,}001$

Для расчета уровней риска развития общетоксических эффектов при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, определены суточные эквивалентные дозы. Выявлено, что для детей в возрастных группах 1–6 и 7–17 лет значения суточных доз в 2,2 и 1,3 раза соответственно выше, чем для взрослого населения.

Анализ индексов опасности (*HI*) показал, что существует высокий риск развития болезней органов дыхания от воздействия загрязняющих веществ атмосферного воздуха. Значения индексов опасности на уровне медианных концентраций и 90-го процентиля для детей в возрасте 1–6 лет составили 9,93 и 13,58 соответственно. Для детей 7–17 лет и взрослого населения высокий риск развития неблагоприятных эффектов со стороны органов дыхания выявлен только на уровне верхней границы экспозиции (HI_{90} = 7,83 и 6,14 соответственно). На уровне медианных концентраций загрязняющих веществ уровень риска для детей школьного возраста и взрослого населения характеризуется как настораживающий (HI_{50} = 5,73 и 4,49 соответственно).

Наибольший вклад в риск развития неканцерогенных эффектов со стороны органов дыхания вносят формальдегид (36,2 %), взвешенные вещества (15,7 %), диоксид азота (10,2 %), диоксид хлора (9,1 %), сероводород (8,2 %), метилмеркаптан (6,0 %), хлор (6,0 %) и серная кислота (5,0 %).

Атрибутивное число обращений по поводу обструктивных болезней легких среди общей популяции, обусловленное влиянием взвешенных частиц, составляет 15 случаев в год, или 3 % (95%-ный ДИ: 0–6,3 %). Ущерб, связанный со смертностью от болезней органов дыхания, 2 случая, или 5,4 % (95%-ный ДИ: 2,8–11,3 %).

Таким образом, эпидемиологический анализ заболеваемости населения г. Новодвинска болезнями органов дыхания выявил более высокие уровни респираторной патологии среди детей и взрослых, проживающих вблизи целлюлозно-бумажного комбината. Применение методологии оценки риска установило высокий риск развития общетоксических эффектов со стороны органов дыхания у детского и взрослого населения, который формируется, в основном, за счет химических веществ, содержащихся в выбросах комбината.

Оценка риска возникновения заболеваний под влиянием активного курения

С.И. Шумаков, М.Л. Ковальчук

Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения
«Центр гигиены и эпидемиологии в Курской области»,
г. Курск, Россия

Курение – как наиболее распространенная форма зависимости – оказывает значительное влияние на здоровье курящего человека, его ближайшее окружение, снижает здоровье популяции в целом. В области ограничения курения табака в последнее время принимаются значительные усилия. Федеральный закон № 15-ФЗ от 23.02.2013 г. «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака» устанавливает существенные ограничения мест для курения, регулирует отношения, возникающие в сфере охраны здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака.

С целью установления влияния активного курения на развитие заболеваний, им обусловленного, на основе анкетирования населения г. Курска проведена оценка риска здоровью респондентов, выявлен средний возраст возникновения неприемлемого риска развития различных заболеваний.

Всего проанкетировано 173 человека, из них курят регулярно – 48 (27,7 %), раньше курили регулярно, но сейчас бросили – 8 (4,6 %), не курят – 117 (67,6 %). Среди мужчин доля курящих составила 44 %, среди женщин – 24,2 %.

Количественная оценка риска здоровью от воздействия активного курения проведена для следующих нозологических групп: рак легкого, рак полости рта, рак мочевого пузыря, рак поджелудочной железы, рак желудка, рак пищевода, ишемическая болезнь сердца, аневризма аорты, хронический бронхит и эмфизема, болезнь сосудов мозга.

Количество выкуриваемых за сутки сигарет определено как среднее арифметическое значение выкуренных респондентом сигарет за последние 3 дня.

Содержание никотина в сигарете принято в соответствии с указанным на пачке производителем. В случае указания респондентами только типа выкуриваемых сигарет, принимались следующие значения содержания никотина: *normal* – 0,8 мг на сигарету, *lights* – 0,5 мг на сигарету, *super lights* – 0,3 мг на сигарету.

В качестве критерия оценки дополнительного риска, связанного с воздействием факторов образа жизни, использован приведенный индекс риска как величина, показывающая вклад образа жизни.

Оценка дополнительного риска, связанного с воздействием факторов образа жизни, с использованием показателя $\check{R}_t$, проводилась в соответствии с рекомендованными МР 2.1.10.0033-11 «Оценка риска, связанного с воздействием факторов образа жизни на здоровье населения» значениями по следующей шкале:

– величина $\check{R}_t$, составляющая менее 0,001, квалифицирована как низкий риск, практически не влияющий на состояние здоровья;

– величина $\check{R}_t$, находящаяся в диапазоне 0,001–0,35, – как средний (умеренный) риск;

– величина $\check{R}_t$, находящаяся в диапазоне 0,35–0,6, – как высокий риск;

– величина $\check{R}_t$, принимающая значения выше 0,6, – как экстремальный риск.

В качестве приемлемого уровня риска принимался приведенный индекс менее 0,001, в качестве неприемлемого – 0,001 и более.

В качестве средней величины выбрана медиана – как величина более устойчивая к аномальным (случайным) «выбросам», снижающим надежность среднего арифметического значения, а также с учетом небольшой исследованной выборки.

По результатам расчета приведенного индекса риска возникновения заболеваний, связанных с активным курением, и их последующей статистической обработки получены следующие данные.

Возраст (количество лет) возникновения неприемлемых уровней риска при активном курении

Заболевание	Приведенный относительный риск		
	умеренный	высокий	экстремальный
Рак легкого	25	68	73
Рак полости рта	37	Старше 80	Старше 80
Рак мочевого пузыря	35	80	Старше 80
Рак поджелудочной железы	42	Старше 80	Старше 80
Рак желудка	39	Старше 80	Старше 80
Рак пищевода	37	Старше 80	Старше 80
Ишемическая болезнь сердца	29	60,5	63
Аневризма аорты	Старше 80	Старше 80	Старше 80
Хронический бронхит и эмфизема	34	Старше 80	Старше 80
Болезни сосудов мозга	37	76	79

Наиболее раннее возникновение умеренного уровня риска развития заболеваний отмечается в группе рака легкого и ишемической болезни сердца (25 и 29 лет соответственно). Умеренный риск развития хронического бронхита и эмфиземы зафиксирован в возрасте 34 лет, умеренный уровень риска рака мочевого пузыря – в возрасте 35 лет. Риск развития рака полости рта, рака пищевода и болезней сосудов мозга под влиянием активного курения становится неприемлемым с возраста порядка 37 лет, риск рака желудка – с 39 лет. Умеренный риск рака поджелудочной железы проявляется несколько позже остальных исследованных нозологических групп – после 42 лет. Неприемлемого риска развития аневризмы аорты по результатам проведенных расчетов до достижения 80 лет не ожидается (таблица).

Высокий уровень риска, требующий принципиального изменения образа и стиля жизни, проявляется в отношении следующих заболеваний: ишемическая болезнь сердца (60,5 года), рак легкого (68 лет), болезни сосудов мозга (76 лет), рак мочевого пузыря (80 лет). По другим исследованным формам заболеваний высокий риск развития возникает в возрасте старше 80 лет.

Экстремально высокий риск, требующий принятия экстренных мер по изменению образа жизни и активного внешнего вмешательства раньше расчетного периода (80 лет), отмечается для следующих форм заболеваний: ишемическая болезнь сердца (в 63 года), рак легкого (73 года), болезни сосудов мозга (79 лет). Оставшиеся исследованные нозологические формы достигают экстремально высоких уровней риска за пределами расчетного периода (в возрасте старше 80 лет).

Таким образом, с целью снижения риска заболеваний, обусловленных активным курением, профилактические мероприятия по пересмотру поведения в отношении табакокурения целесообразно проводить в следующих возрастных группах:

– по снижению риска возникновения рака легких и ишемической болезни сердца – в возрасте 25–30 лет;

– по снижению риска возникновения хронического бронхита и эмфиземы, рака мочевого пузыря, рака полости рта, рака пищевода, болезней сосудов мозга, рака желудка и рака поджелудочной железы – в возрасте 30–40 лет.

Пропаганда здорового образа жизни, снижение количества выкуриваемых сигарет менее критического значения (1 сигарета с минимальным содержанием никотина в день), а в дальнейшем и полный отказ от курения в указанных возрастных группах будут способствовать предотвращению появления неприемлемого риска развития данных заболеваний, а в ряде случаев – снижению рисков до приемлемых значений.

Полный отказ от курения и принципиальное изменение образа жизни для уменьшения высокого риска возникновения ишемической болезни сердца до приемлемых величин рекомендуется с возраста порядка 60,5 года, для снижения риска рака легкого – с 68 лет, риска болезней сосудов мозга – с 76 лет.

Экстремальный риск, требующий экстренного изменения стиля и образа жизни, а также активного внешнего вмешательства в жизнь индивида в отношении ишемической болезни сердца возникает с возраста порядка 63 лет, в отношении рака легкого – с 73 лет, болезней сосудов мозга – с 79 лет.

Особое внимание активным курильщикам следует обратить на рак легкого, ишемическую болезнь сердца и болезни сосудов мозга, риск возникновения и развития которых от воздействия никотина и смол доказан и имеет стремительный характер.

Следует отметить, что в структуре смертности населения Курской области болезни сердечно-сосудистой системы и новообразования занимают 1-е и 2-е место соответственно.

Гигиеническая оценка атмосферного воздуха и аэрогенный риск здоровью населения промышленного города

Т.Н. Тимасова

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Башкортостан, г. Уфа, Россия

В современных условиях становится очевидным, что сохранение и укрепление здоровья населения в значительной мере зависит от состояния окружающей среды. Прошедшие десятилетия характеризуются интенсивными исследованиями по созданию системы экологической безопасности. Одним из основных путей ее реализации является оценка аэрогенного риска, которая рассматривается в качестве приоритетного механизма разработки управленческих решений по оптимизации состояния атмосферы промышленных городов.

Изучение качественно-количественного состава химического загрязнения воздушной среды позволило сделать вывод, что из химических веществ ряд соединений может непосредственно вызывать или способствовать возникновению системных аллергических реакций (формальдегид, фенол, ацетон, бензол) [3].

При анализе зависимости общей заболеваемости населения от загрязнения атмосферы установлено наличие существенной связи (r>0,4) заболеваемости взрослого населения с содержанием в атмосфере углеводородов. Для детского населения отмечена прямая сильная корреляционная зависимость между общей заболеваемостью и содержанием углеводородов (r>0,7) наличие прямой корреляции средней силы с содержанием в атмосфере оксида азота (r>0,3).

Выявлено, что новообразования среди взрослого населения достоверно коррелируют с большинством приоритетных загрязняющих веществ. Наиболее существенной является зависимость между развитием новообразований и содержанием оксида азота в атмосфере (r>0,7), диоксида серы (r>0,4) (среди детского населения), кроме того, обнаружены прямые корреляции новообразований у детей с запыленностью атмосферы.

Болезни органов дыхания у детского населения коррелируют по наиболее приоритетным загрязняющим веществами (от r>0,4 до r>0,6). Для взрослого населения проявляется корреляционная зависимость с углеводородами (r = 0,6).

Оценка аэрогенного риска показала, что большей и быстрой ответной реакцией на изменения качества атмосферного воздуха обладает детское население [2].

Таким образом, многолетние исследования по оценке влияния факторов окружающей среды на здоровье населения позволяют сформулировать выводы о том, что воздействие комплекса поллютантов атмосферного воздуха вызывает разнообразные неблагоприятные отклонения в состоянии здоровья населения, особенно в крупных промышленных центрах. Наиболее выраженные последствия аэрогенного загрязнения формируются у детского населения [1].

Наибольшее количество загрязняющих веществ поступает из стационарных источников районов г. Уфы, что связано с их ориентацией на промышленную экономику. Ведущие отрасли промышленности: нефтеперерабатывающая, включающая в себя филиал ОАО АНК «Башнефть» «Башнефть-Уфанефтехим», филиал ОАО АНК «Башнефть» «Башнефть-Новойл», филиал ОАО АНК «Башнефть» «Башнефть-УНПЗ»; химическая, крупным представителем которой является ОАО «Уфаоргсинтез»; машиностроение и металлообработка – ОАО «Уфимское моторостроительное производственное объединение», ФГУП Уфимское АП «Гидравлика», ФГУП «Уфимское агрегатное производственное объединение»; ОАО «Башкирская электросетевая компания»; лесная и деревообрабатывающая – ОАО Фанерный комбинат, ООО «Фанерно-плитный комбинат», ОАО «Башмебель»; медицинская – ОАО «Фармстандарт-УфаВИТА», ОАО «Иммунопрепарат»; предприятия по производству стройматериалов, легкой и пищевой промышленности.

Фактором, определяющим качество атмосферного воздуха, является поступление в атмосферу загрязняющих веществ не только в результате деятельности промышленных объектов и производств, расположенных на территории Уфы, но и от работы двигателей автомототранспортных средств.

Под потенциальным воздействием загрязняющих веществ проживает более половины населения г. Уфа. Мониторинг качества атмосферного воздуха осуществляется на 14 постах наблюдения.

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан» в 2012 г. исследовано 8978 проб атмосферного воздуха населенных мест г. Уфа.

Преобладают выбросы нефтепереработки, нефтехимии и химии (54,2 %), обусловливая загрязнение атмосферного воздуха преимущественно специфическими веществами I и II классов опасности (71,1 и 62,0 %) (хлорированные и ароматические углеводороды, формальдегид, хлор, бензапирен) [4].

По результатам мониторинга доля проб атмосферного воздуха с уровнем загрязнения выше ПДК составляет 2,4 % (2010 г. – 1,2 %; 2011 г. – 1,0 %). По многолетним наблюдениям среднегодовые концентрации загрязняющих веществ на разных постах наблюдения составили по формальдегиду 1,1–2,0 ПДК, углерода оксиду – 1,1–5,0 ПДК, азота диоксиду – 1,1–5,1 ПДК, ксилолу, толуолу – 1,1–5,1 ПДК, взвешенным веществам – 1,1–5,0 ПДК. В 2012 г. превышения ПДК зарегистрированы по 13 ингредиентам из 27 определяемых (2007 г. – по 17), в том числе по хлору и его соединениям; сероводороду, фенолу, оксиду углерода, аммиаку, углеводородам, формальдегиду, взвешенным веществам, оксидам азота, сернистому газу.

По многолетним наблюдениям распространенность заболеваний среди населения Уфы имеет тенденцию к росту при стабилизации первичной заболеваемости. Показатель первичной заболеваемости составил 89 106,8 (в 2010 г. – 91 483,4). За 5 лет заболеваемость снизилась на 1,7 %. Структура первичной заболеваемости населения города отличается высоким удельным весом травм и отравлений, болезней мочеполовой системы, психических расстройств, новообразований, болезней, связанных с беременностью и родами, отдельных состояний перинатального периода, болезней уха и сосцевидного отростка, инфекционных и паразитарных болезней.

В формировании смертности населения наибольший вклад вносят социально-экономические факторы (39 %), загрязнение атмосферного воздуха (36 %) и прочие факторы (25 %).

Вклад отдельных загрязнителей атмосферного воздуха и их смесей в уровень смертности мужчин и женщин разных возрастных групп дифференцирован в зависимости от причин смерти и патогенетических особенностей воздействия компонентов на организм. Так, влияние хлорированных углеводородов и бенз(а)пирена проявляется в увеличении уровня смертности детей от новообразований, врожденных аномалий развития, всего населения – от новообразований органов дыхания, пищеварения (с долевым вкладом 13,7–29 %, r = 0,370–0,423, p<0,05), воздействие взвешенных веществ приводит к увеличению смертности от болезней органов дыхания у женщин и лиц пенсионного возраста обоего пола (44,6–53,2 %, r = 0,670–0,729, p<0,05).) и др. [4].

Список литературы

1. Боев В.М., Быстрых В.В. Антропогенное загрязнение атмосферного воздуха и здоровье населения. – Оренбург, 1999. – Гл. 6. – С. 129–146.

2. Голозубова О.В. Аэрогенные экологические риски для здоровья населения в медико-демографических процессах на примере Белгородской области. – URL: http: //www.yavnauke.ru/stati/yekologija/ayerogenye-yekologicheskie-riski-dlja-zdorovja-naselenija-v-mediko-demograficheskih-procesah-na-primere-belgorodskoi-oblasti.html (дата обращения: 10.08.2013).

3. Губерский Ю.Д. // Актуальные вопросы гигиены жилой среды: материалы XI всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2012. – Т. I. – С. 403.

4. Фаттахова Н.Ф. Гигиеническая оценка загрязнения атмосферного воздуха, социальных факторов в центрах нефтепереработки, нефтехимии, химии Башкортостана: автореф. дис. … канд мед. наук. – М., 2004. – 25 с.

Питание как фактор риска развития соматических неинфекционных заболеваний

Е.А. Кондрашова

Управление Роспотребнадзора по Республике Хакасия,
г. Абакан, Россия

Питание является важнейшей физиологической потребностью организма. Оно необходимо для построения и непрерывного обновления клеток и тканей; поступления веществ, из которых в организме образуются ферменты, гормоны, другие регуляторы обменных процессов и жизнедеятельности, энергии, необходимой для восполнения энергетических затрат организма.

Рациональное питание – это физиологически полноценное питание здоровых людей с учётом их пола, возраста, характера труда и других факторов.

Решая ключевую задачу по рационализации питания и, таким образом, по улучшению показателей здоровья населения путем максимального использования позитивных качеств пищи, необходимо добиваться, чтобы питание носило профилактическую направленность и было откорректировано с учетом воздействующих факторов [4].

По данным ВОЗ, 80 % всех заболеваний в той или иной мере связаны с нарушением питания, 40 % – непосредственно обусловлены питанием. ВОЗ показала непосредственную взаимосвязь пищевых рационов с возникновением ряда заболеваний, в том числе сердечно-сосудистой, пищеварительной, эндокринной систем и злокачественных образований. Качество питания и физической инертности приводят к росту распространенности ожирения и, следовательно, к диабету 2-го типа.

Анализ фактического питания и оценка пищевого статуса населения в различных регионах России свидетельствуют о том, что рацион питания россиян в настоящее время характеризуется избыточным потреблением жиров животного происхождения и легкоусвояемых углеводов. В то же время у большинства населения рацион дефицитен в отношении полиненасыщенных жирных кислот, а также растворимых и нерастворимых пищевых волокон (пектин, камеди слизи, целлюлоза и др.), витаминов (группы В, Е и др.), витаминоподобных веществ природного происхождения (L-карнитин, убихинон, холин и др.), макро- и микроэлементов (кальций, железо, селен и др.) [3].

В составе рационов питания населения отмечено избыточное потребление колбасных и макаронных изделий, круп, масла растительного, майонеза, мяса и мясопродуктов, птицы, сыров, при недостаточном – овощей, соков овощных, молока и кисломолочных продуктов, ржаного хлеба.

Отсутствие сбалансированного питания является одной из причин возникновения среди населения алиментарно-зависимых заболеваний.

В Иркутской области за последние годы рост заболеваемости обусловлен ухудшением социально-экономической ситуации, не позволяющей обеспечить население качественным и сбалансированным питанием.

На территории Ямало-Ненецкого автономного округа, по данным исследований в области эпидемиологии питания, фактическое питание населения характеризуется дисбалансом в нутриентном составе рационов питания в сторону увеличения потребления насыщенных жирных кислот, холестерина, сахара, дефицитом крахмала, пищевых волокон, витаминов-антиоксидантов [1].

По данным Государственных докладов «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Республике Хакасия» в 2009–2012 гг. фактическое питание населения республики характеризуется несбалансированностью по белкам, жирам и углеводам, а также дефицитом поступления с ежедневным рационом полноценных белков, полиненасыщенных жирных кислот, микронутриентов и витаминов на фоне избыточного потребления углеводов и животных жиров [5–10].

В целом в структуре питания населения Республики Хакасии потребление биологически ценных продуктов питания (молочных продуктов, рыбы, яиц, овощей и фруктов) снижено.

Показатели алиментарной заболеваемости на территории республики продолжают оставаться на высоком уровне (табл. 1).

За последние 5 лет отмечается рост числа страдающих ожирением: показатель заболеваемости в сравнении с 2011 г. возрос на 19,4 %, по отношению к 2008 г. прирост составил 12 % [11].

Таблица 1

Заболеваемость населения Республики Хакасия, связанная с алиментарным фактором, в динамике за 5 лет (на 100 тыс. населения)

Заболевание	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Болезни органов пищеварения	12373,3	11573,3	13820	11075,7	14015,9
– в т.ч. гастрит, дуоденит	2573,4	2472,1	3225,5	2675,1	3241,8
Язвенная болезнь желудка	716,5	750,7	945,1	746,7	863,7
Анемия	1033,3	966,4	1032,1	982,5	986,1
Болезни эндокринной системы, расстройства питания, обмена веществ	5959,7	6162,5	8394,1	6382,7	9381
– в т.ч. ожирение	963,8	734,9	808,6	903,8	1079,3

Региональной проблемой по-прежнему остается низкая насыщенность продуктов питания важнейшими макро- и микроэлементами и в первую очередь йодом. На фоне дефицита витаминов и минералов у населения снижается активность иммунной системы. Повышается восприимчивость организма к простудным и иным заболеваниям, затрудняется их лечение, сокращается продолжительность активной трудоспособной жизни (табл. 2).

Таблица 2

Динамика заболеваемости, связанной с дефицитом йода, населения Республики Хакасия за 2008–2012 гг. (на 100 тыс. населения)

Возрастные группы	Период наблюдения				
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Всего	2168,5	2034,1	1928,6	2034,6	2084
Дети	850	665,4	474,3	403,6	332,6
Подростки (15–17 лет)	1958,9	1797,5	1322,4	1327,6	1215,2
Взрослое население	2454,3	2332,4	2267,7	2383,1	2523,6

Показатель заболеваемости, связанной с дефицитом йода, по отношению к 2011 г. вырос на 2,43 %. Отмечается снижение заболеваемости только среди детей – с 403,6 до 332,6 на 100 тыс. населения, т.е. на 17,6 %, у взрослого населения прослеживается рост заболеваемости.

В современных условиях повышенного социального, экономического, экологического напряжения возрастает роль питания как ведущего фактора сохранения здоровья нации. По данным годовой статистической отчетности за 2008–2012 гг., на фоне неадекватного обеспечения продуктами питания населения Республики Хакасия отмечен высокий уровень общей заболеваемости и смертности, в том числе и от алиментарно-зависимых заболеваний. Это обусловливает актуальность разработки и внедрения Программы оптимизации питания населения Республики Хакасия. При ее формировании следует учесть необходимость расширения производства овощных культур и продуктов их переработки. Необходимо наращивать производства таких продуктов повседневного спроса, как хлеб, хлебобулочные изделия, молочные продукты, обогащенные витаминами и минеральными веществами.

Оптимальное питание должно способствовать сохранению здоровья, хорошему самочувствию, максимальной продолжительности жизни, а также созданию наилучших условий с целью преодоления трудных для организма ситуаций, связанных с воздействием стрессовых факторов, инфекций и экстремальных условий.

Список литературы

1. Агбалян Е.В., Лобанова Л.П., Буганов А.А. Проблемы питания и здоровья на Крайнем Севере // Здоровье населения и среда обитания. – 2009. – № 6. – С. 16–17.

2. Гонсалес Д.Э.Н. Питание как фактор риска развития гипертонической болезни и ишемической болезни сердца // Вопросы питания – 2008. – № 3. – С. 15–17.

3. Методические рекомендации по вопросам изучения фактического питания и состояния здоровья населения в связи с характером питания: методические рекомендации № 2967-84. – М.: ГСЭУ Минздрава СССР, 1984. – С. 2–4.

4. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2010 году: Государственный доклад. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 431 с.

5. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Республике Хакасия в 2008 году: доклад / Управление Роспотребнадзора по Республике Хакасия. – Абакан, 2009. – С. 5–157.

6. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Республике Хакасия в 2009 году: доклад / Управление Роспотребнадзора по Республике Хакасия. – Абакан, 2010. – С. 5–157.

7. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Республике Хакасия в 2010 году: доклад / Управление Роспотребнадзора по Республике Хакасия. – Абакан, 2011. – С. 5–155.

8. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Республике Хакасия в 2011 году: доклад / Управление Роспотребнадзора по Республике Хакасия. – Абакан, 2012. – С. 5–163.

9. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2011 году: Государственный доклад. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. – 316 с.

10. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Хакасия в 2012 году: доклад / Управление Роспотребнадзора по Республике Хакасия. – Абакан, 2013. – С. 4–144.

11. Роль алиментарных факторов в развитии заболеваний пищеварительной системы / Ф.Н. Гильмиярова, В.М. Радомская, Н.И. Гергель и др. // Вопросы питания – 2009. – № 3. – С. 62–65.

12. Тармаева И.Ю. Особенности структуры питания на современном этапе // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 3. – С. 16–17.

13. Jafar TH., Chaturvedi N., Pappas G. Prevalence of overweight and obesity and their association with hypertension and diabetes mellitus in an Indo-Asian population // Canadian Medical Association Journal. – 2006. – Vol. 175, № 9. – P. 1071–1077.

Мышьяк как фактор риска для здоровья населения Омской области

А.С. Фёдоров

Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения
«Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области»,
г. Омск, Россия

Мышьяк является естественным элементом земной коры и широко распространен в окружающей среде – в воздухе, воде и почве. При этом его выраженное негативное влияние на живые организмы при избыточном присутствии в окружающей среде, в том числе и непосредственная опасность для жизни и здоровья человека, требуют постоянного анализа и контроля содержания.

В земной коре мышьяка относительно немного – около 5 г на тонну, но при этом в силу своих «полуметаллических» свойств он может соединяться со многи-

ми элементами и встречается повсюду – в минералах, горных породах, почве, воде, растениях и животных. В почвах содержание мышьяка может сильно варьироваться – наибольшие концентрации обнаруживаются в области залегания мышьяковых руд, в вулканических районах и в местах антропогенного загрязнения. Мышьяк легко мигрирует из почвы с грунтовыми водами, в виде летучих мышьякорганические соединений может выноситься ветром и способен накапливаться в биологических объектах.

Люди подвергаются воздействию повышенных концентраций мышьяка через загрязненную питьевую воду, при использовании загрязненной воды для приготовления пищи и орошения продовольственных сельскохозяйственных культур, во время промышленных процессов, а также при употреблении в пищу загрязненных продуктов и курении табака.

Мышьяк – доказанный канцероген. Международное агентство по изучению рака (МАИР) относит его к 1-й группе канцерогенов, Американское агентство по защите окружающей среды (United States Environmental Protection Agency, U.S. EPA) – к группе А, СанПиН 1.2.2353-08 «Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности» также признает канцерогенность мышьяка.

Помимо выраженного канцерогенного действия, мышьяк высокотоксичен – острое отравление большими дозами смертельно, хроническое поступление малых доз приводит к болезням кожи (изменения пигментации, повреждению и огрубению кожи на ладонях и ступнях), к болезням центральной и периферической нервной системы, к заболеваниям сердечно-сосудистой системы, к болезням эндокринной системы (диабет), иммунной системы и желудочно-кишечного тракта.

С целью изучения влияния мышьяка на здоровье населения жителей Омской области была проведена оценка риска от химического загрязнения почвы, воды и пищевых продуктов в соответствии с утвержденной методикой «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-04).

В качестве исходных данных использовались результаты исследований проб почвы, воды и пищевых продуктов, выполненных испытательным лабораторным центром ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области» в 2012 г. Превышений значений, соответствующих ПДК мышьяка, среди всего исследуемого массива результатов исследований не выявлено.

Для расчетов использовались объемы потребления основных групп продуктов населением Омской области, предоставленные Территориальным органом Федеральной службы государственной статистики по Омской области.

В итоге суммарный индивидуальный канцерогенный риск для здоровья населения Омской области от химического загрязнения питьевой воды составил $8{,}5 \cdot 10^{-5}$, что соответствует предельно допустимому диапазону риска, но превышает рекомендованную ВОЗ величину для питьевой воды в $1 \cdot 10^{-5}$. Более чем на 80,5 % данное значение канцерогенного риска обусловлено содержанием мышьяка.

Суммарный индивидуальный канцерогенный риск для здоровья населения Омской области от химического загрязнения почвы составил $1{,}6 \cdot 10^{-6}$, что соответ-

ствует предельно допустимому диапазону риска. На 72,2 % значение канцерогенного риска сформировано мышьяком.

Риск развития неканцерогенных эффектов оценивался путем расчета коэффициентов опасности (*HQ*) для всех анализируемых контаминантов. Также учитывалось, что различные химические вещества могут оказывать комбинированное воздействие на одну систему (орган), и для таких систем (органов) были рассчитываются индексы опасности (*HI*). Воздействие химического загрязнителя на здоровье считается допустимым, если рассчитанный коэффициент опасности или суммарный индекс опасности вещества не превышает единицу.

Риск развития неканцерогенных эффектов от загрязнения питьевой воды и почвы как по отдельным веществам, так и по системам органов можно рассматривать как несущественный.

Индивидуальный канцерогенный риск для здоровья населения Омской области от химического загрязнения пищевых продуктов составил $7{,}9 \cdot 10^{-4}$, что оценивается как риск допустимый для профессиональных групп, но неприемлемый для всего населения. Такая ситуация требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий. По группам продуктов наибольшая доля в формировании значения канцерогенного риска приходится на молоко и молочные продукты – 59,2 %.

Наибольший вклад в развитие канцерогенного риска для здоровья населения Омской области от употребления химически загрязненных пищевых продуктов делает мышьяк – 80,8 %.

Коэффициенты опасности, рассчитанные для мышьяка и нитратов, содержащихся в молокопродуктах и овощах, расцениваются как неприемлемые и равны 2,3 для мышьяка и 1,7 для нитратов. Критическими органами и системами, подверженными влиянию химических контаминантов пищевых продуктов, являются эндокринная система (*HI* = 5,8), центральная нервная система (*HI* = 4,6), сердечно-сосудистая система (*HI* = 4,5), почки (*HI* = 4,3), иммунная система (*HI* = 3,8), желудочно-кишечный тракт (*HI* = 3,6), кожа (*HI* = 3,3), система крови (*HI* = 2,0) и репродуктивная система (*HI* = 1,3).

Как видно из полученных результатов оценки риска, определяющим фактором в формировании потенциальной опасности здоровью населению Омской области является содержание в объектах внешней среды мышьяка. Судя по всему, имеется несколько повышенное содержание мышьяка в почве и воде Омской области. Но при этом превышений установленных гигиенических нормативов не наблюдается. Такие значения рисков наводят на мысли о том, что требуется корректировка нормативов предельно допустимого содержания мышьяка в объектах внешней среды, особенно в пищевых продуктах, а именно гармонизация отечественных нормативов с международными стандартами безопасности.

По данным U.S. EPA за безопасный уровень воздействия мышьяка при ежедневном пероральном поступлении в течение всей жизни принимается значение в 0,0003 мг/кг (референтная доза). При пересчете этой дозы поступления с учетом факторов экспозиции в концентрацию мышьяка в питьевой воде получаем рекомендованную ВОЗ величину 0,01 мг/л. При анализе отечественных нормативных документов можно выявить некоторые расхождения. Так, гигие-

нические нормативы ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» также устанавливают ПДК мышьяка в воде питьевой не более 0,01 мг/л. При этом санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения…» считают безвредной воду с содержанием мышьяка до 0,05 мг/л. Такое же значение норматива установлено в Приказе Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 1204 от 28 декабря 2012 г. «Об утверждении Критериев существенного ухудшения качества питьевой воды и горячей воды…».

Кроме того, вызывают опасения допустимые концентрации содержания мышьяка в пищевых продуктах. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» допускают содержание мышьяка в зерне до 0,2 мг/кг, в кондитерских изделиях – до 1 мг/кг, а в морской рыбе – до 5 мг/кг. Конечно, данные значения необходимо оценивать в соответствии с объемами потребления данных продуктов в каждом отдельном случае, но даже при экстраполяции таких уровней ПДК на население Омской области, где потребление, например, морской рыбы, сравнительно невелико, значения неканцерогенного риска получаются недопустимые.

Таким образом, при оценке риска от химической контаминации воды, почвы и продуктов питания для здоровья населения Омской области установлено, что основным загрязнителем анализируемых объектов является мышьяк. Значения индивидуального канцерогенного и неканцерогенного риска для здоровья населения Омской области от химического загрязнения как воды, так и почвы соответствуют допустимым. Канцерогенный риск от загрязнения пищевых продуктов оценивается как риск допустимый для профессиональных групп, но неприемлемый для всего населения в целом, что требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий. Учитывая, что биологические объекты, в том числе и употребляемые человеком в пищу, являются конечным звеном (с точки зрения эпидемиологической опасности) межсредовой циркуляции мышьяка, снижение потенциального вреда здоровью населения Омской области возможно с учетом методологии оценки риска при корректировке гигиенических нормативов содержания мышьяка как в пищевых продуктах, так и в воде и почве.

Оценка риска нарушений здоровья, связанных с воздействием стойких токсичных веществ на организм человека в Арктической зоне Российской Федерации

В.Н. Федоров, Е.В. Зибарев, В.П. Чащин

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Северо-Западный научный центр гигиены
и общественного здоровья», г. Санкт-Петербург, Россия

В Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ) средние уровни содержания большинства стойких токсических веществ (СТВ) в крови коренного населения занимают промежуточное положение между наиболее высокими показателями, выявленными в Гренландии и частично в Канаде, и более низкими – в других арктических государствах.

Наиболее высокие уровни почти всех конгенеров ПХБ (и их суммы) обнаружены у мужчин северо-восточной прибрежной Чукотки, что закономерно обусловлено присутствием в их рационе питания жира морских млекопитающих, содержащего значительные концентрации ПХБ. Статистически более высокие уровни, по сравнению с населением Ненецкого автономного округа (НАО), были зарегистрированы на континентальной части Чукотского автономного округа (ЧАО).

Нами проведен ряд научных исследований, приоритетным направлением которых явилось изучение воздействия СТВ на здоровье жителей Крайнего Севера, механизмов развития токсических процессов, а также выполнен прогноз и анализ существующего риска для здоровья населения, проживающего в Арктической зоне Российской Федерации.

По результатам проведенных исследований за период с 2001 по 2010 г. выявлено, что уровни содержания в крови СТВ оказались умеренно высокими, однако для наиболее уязвимых групп коренного населения, в частности, для беременных женщин и их новорожденных детей, концентрации некоторых высокотоксичных веществ во многих случаях существенно превышали рекомендуемые ВОЗ пределы. К их числу в первую очередь относятся свинец, а также, в определенной степени, и полихлорированные бифенилы (ПХБ). Особенностями ранних вредных эффектов, вызываемых этими веществами, является их способность нарушать репродуктивные функции и оказывать неблагоприятное влияние на развитие плода. На изучении именно этих эффектов и было сосредоточено внимание исследователей и врачей, принимавших участие в проекте.

В данной работе при анализе поступления в организм ПХБ рассматривался один путь – алиментарный, с потребляемой пищей. Оценка риска проведена на основании имеющихся аналитических данных о содержании стойких токсических веществ, в том числе ПХБ, в продуктах питания, употребляемых коренным населением в пищу, по данным на 2001 и 2010 г.

Данные об индивидуальном потреблении продуктов получены опросно-весовым методом в ходе анкетирования основной когорты населения в количестве

961 человека в ходе выполнения работ в Чукотском автономном округе (ЧАО) и Ненецком автономном округе (НАО) в 2001 и 2010 г.

Данные о содержании в продуктах питания ПХБ и ДДТ были получены в результате лабораторных анализов проб этих продуктов, специально отобранных в ЧАО и НАО в 2001 г. На основании имеющихся средних данных о содержании перечисленных стойких токсических веществ были проведены расчеты следующих видов хронического риска:

– хронический индивидуальный канцерогенный риск;

– хронический популяционный канцерогенный риск;

– хронический индивидуальный неканцерогенный риск.

В качестве референтных доз (*Rfd*) и фактора наклона (фактора канцерогенного потенциала при перроральном поступлении, *Slope factor oral* (*SFo*)) использовались данные, рекомендованные US Environmental Protection Agency (EPA), являющиеся на настоящее время наиболее точными и научно обоснованными.

Оценка риска была проведена для следующих веществ и групп веществ:

– суммы 15 конгенеров ПХБ – для оценки суммарного вклада в формирование риска;

– суммы конгенеров ПХБ 138 и 153 – как наиболее распространенных конгенеров;

– суммы конгенеров ПХБ 52, 101, 156 и 187 – как наиболее достоверно определяемых различными лабораторными методами;

– суммы пестицидов группы ДДТ – как одни из наиболее стойких органических веществ с выраженными токсическими свойствами.

В качестве изучаемых групп коренного населения были выбраны из общей когорты с суммарной численностью 961 человек следующие группы:

– женщины Чукотского автономного округа (ЧАО) из континентальных районов проживания (п. Канчалан), женщины ЧАО из прибрежных районов (п. Уэлен), женщины Ненецкого автономного округа (НАО) из континентальных районов проживания (п. Нельмин Нос и Индига);

– мужчины Чукотского автономного округа (ЧАО) из континентальных районов проживания (п. Канчалан), мужчины ЧАО из прибрежных районов проживания (п. Уэлен), мужчины Ненецкого автономного округа (НАО) из континентальных районов проживания (п. Нельмин Нос и Индига).

По результатам проведенной оценки риска для здоровья населения от воздействия стойких токсических веществ, поступающих в организм с традиционной для коренных народов АЗРФ пищей, следует констатировать, что среди как мужчин, так и женщин ЧАО в изученных населенных пунктах суммарный хронический неканцерогенный риск от воздействия суммы из 15 конгенеров ПХБ превышает допустимую величину 1,0 в 1,7–4,7 раза. При столь высоком уровне риска следует прогнозировать возникновение различных патологий и заболеваний, обусловленных воздействием этих токсикантов, а именно развитие новообразований, нарушение функции эндокринной системы, возникновение аномалий развития и протекания беременности у женщин.

Также следует констатировать превышение допустимого диапазона канцерогенного риска от воздействия суммы 15 конгенеров ПХБ среди населения ЧАО, проживающего в прибрежных районах. Данный канцерогенный риск среди этого населения соответствует третьему диапазону (индивидуальный риск в течение всей

жизни более $1 \cdot 10^{-4}$, но менее $1 \cdot 10^{-3}$), то есть приемлем для профессиональных групп и неприемлем для населения в целом. Появление такого риска требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий. Планирование мероприятий по снижению рисков в этом случае должно основываться на результатах более углубленной оценки различных аспектов существующих проблем и установлении степени их приоритетности по отношению к другим гигиеническим, экологическим, социальным и экономическим проблемам на данной территории. Полученное в исследовании значение канцерогенного риска в величине 1,17E-04 и 1,88E-04 соответствуют приблизительно 1–2 случаям возникновения онкологических заболеваний в популяции численностью 10 000 человек.

Учитывая имеющиеся сведения о качественном увеличении потребления традиционных продуктов населением этого региона за период с 2001 по 2010 г., можно прогнозировать возрастание перечисленных рисков для населения.

Наибольшие величины канцерогенных и неканцерогенных рисков наблюдаются у населения ЧАО (как мужчин, так и женщин), что может быть связано с большим содержанием изучаемых стойких токсических веществ в продуктах традиционного потребления коренного населения этого региона. Характерно различие величины неканцерогенного риска у мужчин и женщин с преобладанием такового у мужского населения, что может быть связано с различием в структуре питания. По данным о потреблении различных продуктов питания: в структуре питания мужчин преобладает больше животного жира, в котором аккумулируются стойкие токсические вещества, характеризующиеся липофильными свойствами.

При этом в ЧАО риски значительно ниже для тех, кто проживает в п. Канчалан (как у мужчин, так и у женщин), расположенном в континентальной части региона. Среди населения этого поселка в структуре питания практически не встречается мясо или жир морских животных, в которых содержание СТВ наиболее высоко. Среди населения НАО превышений допустимых величин канцерогенных и неканцерогенных рисков не обнаружено.

Раздел III

Современные аспекты производственно и профессионально обусловленных нарушений здоровья

Профессиональный риск, обусловленный воздействием шума на водителей общественного транспорта

И.И. Хисамиев[1], В.О. Красовский[2], Л.Б. Овсянникова[3], Е.Г. Степанов[1]

[1] Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Башкортостан,
[2] Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»,
[3] Башкирский государственный медицинский университет,
г. Уфа, Россия

В Российской Федерации автомобильный транспорт является одной из крупнейших базовых отраслей хозяйства, важнейшей составной частью производственной и социальной инфраструктуры. Согласно сведениям, изложенным в Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 г., доля автомобильного (автобусного) транспорта в общем объеме пассажирских перевозок транспортом общего пользования составляет 57,8 %, и предприятиями негосударственных форм собственности в настоящее время выполняется: на автомобильном транспорте – 94,9 % перевозок грузов и 18,5 % перевозок пассажиров.

В условиях рыночной экономики здоровье становится одним из решающих экономических факторов. В последние годы наметилась тенденция роста профессиональной патологии и у водителей пассажирского транспорта, в основном автобусов. Вместе с тем в большинстве опубликованных источников [1, 3] не решается проблема улучшения условий труда и сохранения здоровья водителей городского транспорта в современных условиях. Это затрудняет осуществление санитарного надзора при эксплуатации автомобилей, а также эффективную организацию лечебно-профилактического обслуживания [4].

В настоящее время практически каждый пятый работник трудится в условиях, не соответствующих санитарно-гигиеническим нормам, и проблема сохранения здоровья водителей остается до сих пор одной из актуальных. Условия труда водителей на транспортных средствах, регламентируемые санитарным законодательством, должны обеспечивать надежность деятельности как человека-оператора, так и системы в целом. Но труд водителей по-прежнему характеризуется воздействием комплекса неблагоприятных производственных факторов. Так, большинство водителей автобусов общественного транспорта подвергаются воздействию вредных и опасных факторов физической природы. К числу неблагоприятных производственных факторов в кабинах автобусов относится и шум.

Шум – нежелательный звук, и эта проблема является одной из старейших в медицине труда и окружающей среды. Шум – вечный фактор, и проблему надо решать на благо нас и потомков [2]. Шум как профессиональная вредность приоб-

ретает особое значение в случаях его высокой интенсивности, это наблюдается и на транспорте.

По данным ВОЗ (2002), в глобальном масштабе потери слуха от шума, зависящие от профессиональных факторов, занимают 2-е ранговое место (16 %) после болей в спине [2].

Существенно снизился уровень шума за последние годы в кабинах автобусов. Если в 70-е гг. XX в. он составлял 88–108 дБА (преимущественно в области низких и средних частот), то в современных автобусах – 71 дБА с максимальной энергией в октавах со среднегеометрическими частотами 31,5–125 Гц. Аналогичные данные приводит Б.А. Пластунов (1978): шум в салонах автобусов в зависимости от различных условий колебался от 49 до 92 дБА (эквивалентный уровень 72–77 дБА) [1].

Гигиенические исследования на рабочих местах водителей автобусов показали, что эквивалентные уровни звука в автобусах различных марок колебались от 58 до 87 дБА (ПДУ – 60 дБА). Превышения допустимых уровней звука наблюдались во всех типах автобусов. Однако наиболее высокие (до 27 дБА) регистрировались в автобусах Scania, Volvo, Mersedes-Benz [3].

В г. Уфа была осуществлена работа по исследованию и оценке фактического уровня внутреннего шума на рабочих местах водителей общественного транспорта в кабинах автобусов марки НЕФАЗ. В результате получены следующие данные. Выявлено, что эквивалентные уровни шума в кабинах автобусов варьировались в пределах от 62 до 78 дБА. Увеличение шума сопровождалось возрастанием скорости движения и изношенности транспортного средства, причем при разгоне преобладал шум от выхлопной системы двигателя. Проведенные измерения шума на рабочих местах водителей общественного транспорта показали превышения от 2 до 18 дБА.

Влияние шума на организм зависит от характера шума, продолжительности действия, возраста человека и слуховой чувствительности. Не вызывает сомнений и существенная роль шума как одного из факторов, обусловливающих снижение работоспособности в условиях деятельности, следовательно, и безопасности движения.

Обязательность создания безопасных условий труда устанавливается законодательством в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия.

Охрана здоровья водителей автотранспорта – важнейшая задача медицины труда в связи с тем, что они относятся к одной из распространенных профессиональных групп современной России, решающей различные народно-хозяйственные задачи [5].

Таким образом, необходимо проведение комплексных мероприятий по улучшению условий труда в сфере автомобильного транспорта и обновлению парка пассажирских автотранспортных средств в целях улучшения их эксплуатационных показателей и уровня безопасности. Кроме того, следует решить проблемы, связанные с сохранением и укреплением здоровья водителей и профилактикой профессиональной заболеваемости. Возможные пути решения данных вопросов находятся в прямой зависимости от состояния экономики и соблюдения законодательства в области безопасности труда водителей, так как обеспечение безопасных условий труда является предпосылкой сохранения трудовых ресурсов и устойчивого социально-экономического развития страны.

Список литературы

1. Вайсман А.И. Гигиена труда водителей автомобилей. – М.: Медицина, 1988. – 192 с.

2. Денисов Э.И., Чесалин П.В. Неспецифические эффекты воздействия шума // Гигиена и санитария. – 2007. – № 6. – С. 54–56.

3. Мамчик Н.П., Каменева О.В. Воздействие комплекса неблагоприятных факторов производственной среды на здоровье водителей автобусов // Санитарный врач. – 2007. – № 2. – С. 31.

4. Шевкун И.Г. Гигиеническая оценка условий труда водителей пассажирского автотранспорта и меры профилактики (на примере Ростовской области): автореф. дис. … канд. мед. наук. – М., 2009. – С. 9.

5. Эльгарова Л.В., Калмыкова М.А. Комплексная терапия водителей автотранспорта с артериальной гипертонией и нарушениями ритма сердца // Медицина труда и промышленная экология. – 2010. – № 11. – С. 31–35.

Клинический анализ риска развития патологии пищеварительной системы у работников химического производства

Н.Н. Малютина, Л.А. Тараненко

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пермская государственная медицинская академия им. ак. Е.А. Вагнера»
Министерства Здравоохранения РФ, г. Пермь, Россия

Целью исследования явилось изучение заболеваемости, рисков и особенностей развития патологии пищеварительной системы у работников химического производства.

Материалы и методы. В исследовании участвовали работники химического производства метанола и формальдегида, которых разделили по экспозиции к изучаемым токсикантам: 1-я группа – лица, работающие в непосредственном контакте с метанолом и формальдегидом (538 чел); 2-я группа – работники того же предприятия, но по картам аттестации рабочего места не контактирующие с метанолом и формальдегидом (1346 человек). Группу сравнения составили лица, не работающие на химическом производстве (1644 человека).

Все работники были осмотрены терапевтом и гастроэнтерологом по показаниям. Определялось содержание общего билирубина (ОБР, мкмоль/л), трансаминаз (АСАТ и АЛАТ, Ед/л), гамма-глютаминтранспептидазы (ГГТП, Ед/л), холинэстеразы (ХЭС, ммоль/л), щелочной фосфотазы (ЩФ, Ед/л), общего белка (г/л) общепринятыми методами. Проводилось ультразвуковое исследование (УЗИ) органов

брюшной полости. Определялось содержание метанола и формальдегида в крови и моче методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с использованием УФ-детектора.

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью программы Statistica 6.0. Данные представлены в виде средней статистической величины и средней арифметической ошибки ($M \pm m$). Достоверность определялась параметрическим методом *t*-критерия Стьюдента: при сравнении двух групп нулевая гипотеза отклонялась при значении альфа-ошибки менее 0,05. При анализе полученных данных использовали общепринятую методику оценки профессионального риска. Рассчитывался относительный риск (*RR*), этиологическая доля (*EF*), доверительный интервал (ДИ), оценивалась степень связи заболевания с работой.

Результаты и их обсуждение. Выявленная патология ЖКТ у работников, участвующих в исследовании, составляет 28,5 %, абсолютное число случаев (абс.) – 546 человек, что на 10 % больше, чем в группе сравнения (18,8 %). Заболеваемость представлена в основном язвенной болезнью ДПК (48,36 % – 178 чел.), хроническим гастродуоденитом (20,79 % – 94 чел.), хроническим холециститом (22,42 % – 100 чел.), хроническим панкреатитом (10,08 % – 50 чел.), хроническим гепатитом (3,01 % – 16 чел.).

Метанол и формальдегид определялись у работников химического производства, работающих как в контакте, так и вне контакта с токсикантами, но на том же предприятии. В обеих группах показатели метанола и формальдегида в крови и моче превышали фоновые концентрации. Данный факт свидетельствует о том, что работники 2-й группы, у которых указано отсутствие на рабочем месте контакта с метанолом и формальдегидом, подвергаются влиянию указанных ксенобиотиков и соответственно – их токсическому действию (табл. 1).

Таблица 1

Концентрация метанола и формальдегида в крови и моче

Показатель	1-я группа в контакте (n = 26)	2-я группа без контакта (n = 26)	Группа сравнения (n = 26)
Средний возраст, лет	40,63±8,21	43,41±7,34	43,36±8,61
Формальдегид в крови (фоновая концентрация 0,006)	0,0094±0,002↑ P1/3 = 0,0001	0,0098±0,0013↑ P2/3 = 0,0001	0,0037±0,0011
Формальдегид в моче (фоновая концентрация 0,005)	0,0152±0,0019↑ P1/3 = 0,0001	0,0136±0,0014↑ P2/3 = 0,0001	0,0021±0,0002
Метиловый спирт в крови (фоновая концентрация 0,43)	0,6814±0,056↑ P1/3 = 0,0000	0,8337±0,068↑ P2/3 = 0,000	0,3445±0,031
Метиловый спирт в моче (фоновая концентрация 1,55)	1,3080±0,1197	2,0601±0,5287↑ P2/3 = 0,011	0,93±0,12

Примечание: ↑ – превышение фоновых концентраций.

При изучении биохимического анализа крови наиболее ярким маркером поражения являлась сывороточная ГГТП. В 1-й группе были повышены значения ГГТП (норма 7–50 Ед/л) – 50,87±9,68 Ед/л, во 2-й группе – 49,04±3,21 Ед/л. Показатели ГГТП у лиц в группе контроля находились в пределах референтных значений – 33,43±2,52 Ед/л и достоверно отличались от таковых в 1-й и 2-й группах.

При расчете *RR* отмечалась существенная связь изменений ГГТП с влиянием токсических веществ: *RR* = 14,23 (χ^2 = 189,78; p<0,0001), *EF* = 95 %. Это свидетельствует в первую очередь о повреждении желчевыделительной функции и о большей чувствительности данного теста при изучении токсического влияния метанола и формальдегида.

При оценке соотношения печеночных ферментов ГГТП/АСТ установлено, что в 1-й группе коэффициент соответствует 5,62±1,14, во 2-й и группе сравнения находился в пределах нормы. Это также говорит о признаках хронического гепатита, преимущественно по типу стеатогепатита у лиц, контактирующих с изучаемыми химическими соединениями. Выявлено, что уровень ХЭС у контактирующих только с метанолом составил 11107,16±1130,9 Ед/л, причем у работников старше 55 лет он оказался повышенным (12100±1030,9 Ед/л) в сравнении с более молодыми, у которых он равен 7571,31±1004,21 Е/л (до 40 лет) и 10500±1015,67 Ед/л (от 40 до 55 лет). Вероятнее всего, стимуляция белковосинтетической функции печени у стажированных работников является следствием активации регенерации. При этом достоверно значимых изменений уровня сывороточного белка в изучаемых группах не определено. В группе лиц, контактирующих с формальдегидом, и в контрольной группе значимых изменений выявлено не было, и уровень ХЭС находился в пределах нормы – 7748,62±1628,26 и 7061,7±1239,2 Ед/л соответственно. Хотя значения и были в переделах нормы, отмечается выраженная тенденция к их снижению, что говорит об угнетении синтетической активности печени и перспективе развития печеночной патологии.

Уровни общего билирубина, АСТ, АЛТ и ЩФ находились в пределах нормы во всех исследуемых группах. Только у 8 % работников, контактирующих с метанолом и формалином, показатели зафиксированы выше референтных цифр.

При проведении УЗИ печени выявлено, что с увеличением стажа работы частота встречаемости диффузных изменений в печени повышается. Так, у лиц со стажем до 5 лет, диффузные изменения отмечаются в единичных случаях во всех изучаемых группах. При стаже работы 5–15 лет диффузные изменения диагостируются в среднем у 10 % обследуемых, *RR* в данной группе составил 3,67 (χ^2 = 10,13; p = 0,0015), *EF* = 80 %. При стаже более 15 лет диффузные изменения и увеличение размеров встречаются почти у 25 % обследуемых, *RR* = 6,22 (χ^2 = 23,43; p<0,0001), *EF* = 89 %. У лиц, не контактирующих с химическими веществами, не зависимо от стажа работы, диффузные изменения зафиксированы в единичных случаях и не отличаются от общей популяции.

Выводы:

1. Сравнительная оценка уровня содержания метанола и формальдегида в крови и моче у лиц, занятых в химическом производстве, доказывает его превышение в воздухе рабочей зоны как у работников, непосредственно контактирующих, так и находящихся вне контакта с вредными веществами. Доказано, что лица второй группы также подвержены токсическому влиянию, однако данный факт не учитывается при проведении медицинских осмотров, и часть патологии может быть упущена.

2. Работники химического производства метанола и формальдегида более подвержены заболеваниям ЖКТ, чем лица группы сравнения. Повышение ГГТП у лиц, как стажированных, так и с небольшим стажем работы, подтверждает риск развития патологии пищеварения и рассматривается авторами как наиболее значимый показатель, характеризующий развитие токсического патологического процесса в печени.

3. Высокие показатели относительного риска и этиологической доли при изучении ГГТП, структуры печени методом УЗИ свидетельствуют о высокой связи патологии с профессией и позволяют разработать дальнейшую тактику профилактических и лечебных мероприятий.

Особенности диагностики хронического бронхита у работников металлургических предприятий с воздействием химических веществ

А.А. Воробьева

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,
г. Пермь, Россия

Изучение формирования бронхита у работников металлургической промышленности актуально в связи с их высокой распространенностью, частой потерей трудоспособности и высокой смертностью, ведущих к значительному экономическому ущербу. В настоящее время хронический бронхит в структуре впервые выявленной профессиональной патологии занимает первое место. Распространенность хронического бронхита у работников металлургического производства составляет 20,8–36,3 %.

В воздухе рабочей зоны металлургических предприятий определяются аэрозоли металлов, пары и газы, которые могут превышать предельно допустимую концентрацию. Наиболее вредное воздействие на организм работника металлургического предприятий оказывает содержание в рабочей зоне аэрозолей преимущественно фибриногенного действия (пыль с содержанием кремния диоксида кристаллического (от 2 до 10 %), ванадий, шлаки, мелкодисперсная пыль и оксид азота).

Попадая через верхние дыхательные пути, химические вещества раздражают реснитчатый эпителий респираторного тракта, вызывают нарушение перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты, повышают сопротивление дыхательных путей, способствуя развитию хронического бронхита. Ранняя диагностика хронического бронхита у работников металлургических предприятий является одной из важнейших задач медицины труда.

Цель исследования – изучить лабораторно-инструментальные показатели хронического бронхита у работников металлургических предприятий.

Материалы и методы. Исследование проведено на базе ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». В Центре медицины труда и профпатологии обследовано 55 работников металлургических предприятий г. Перми и Пермского края, из них 16 % женщин и 84 % мужчин. Средний возраст обследованных составил 44,1 г.; средний стаж – 15 лет.

Группа контроля включала 28 работников без воздействия исследуемых производственных факторов, статистически однородная по стажу, возрасту и полу.

С целью комплексного исследования воздействия факторов производственной среды на организм работающих использованы методы: оценка условий труда и профессионального риска; химико-токсикологическая диагностика с определени-

ем специфических для предприятий химических веществ; лабораторная и инструментально-функциональная диагностика.

В воздухе рабочей зоны с помощью хромато-масс-спектрометрического метода проводили отбор проб на содержание ванадийсодержащих шлаков (пыль), диванадий пентоксида, оксида марганца и диоксида кремния.

Методом масс-спектрометрии определяли содержание кремния, атомно-абсорбционной спектрофотометрии – концентрацию ванадия, марганца в крови работников-металлургов.

С помощью лабораторных методов диагностики изучали общеклинический анализ крови и мочи, биохимический анализ крови, определяли содержание оксида азота, эритропоэтина, карбоксигемоглобина, альфа-1-трипсина, малонового диальдегида (МДА), антиоксидантной активности плазмы (АОА).

Оценку вентиляционной функции легких проводили с помощью аппаратно-программного комплекса «Shiller», измеряя жизненную емкость легких (ЖЕЛ, л), форсированную жизненную емкость легких (ФЖЕЛ, л), объем форсированного выдоха за первую секунду ($ОФВ_1$, л), индекс Тиффно (отношение $ОФВ_1$ к ФЖЕЛ в %), максимальную объемную скорость на уровне 25, 50 и 75 % ФЖЕЛ ($МОС_{25,\ 50,\ 75}$, л/с) и среднюю объемную скорость ($СОС_{25–75}$, л/с) в процентах, время достижения пиковой объемной скорости выдоха ($Т_{ПОС}$, с).

Импульсная осциллография выполнялась на аппарате Master Scrin Ios (Geger, Германия). Также определялось содержание эритропоэтина, карбоксигемоглобина и альфа-трипсина в крови работников.

Статистическая обработка материала проводилась с использованием программного пакета Statistica 6.0 (StatSoft, Inc., США), с применением методов параметрической и непараметрической статистики. Различия считались статистически достоверными при $p<0,05$

Результаты и их обсуждение. В воздухе рабочей зоны установлено превышение допустимых уровней ванадийсодержащих шлаков (пыль) в 18 раз (1,7–71,2 мг/м^3 при ПДК 4 мг/м^3); диванадий пентоксида – в 5 раз относительно гигиенического норматива (0,07–2,6 мг/м^3 при ПДК 0,5 мг/м^3), оксида марганца – в 7,8 раза (0,11–2,34 мг/м^3 при ПДК 0,3 мг/м^3), диоксида кремния – в 4,5 раза (6,1–19,3 мг/м^3 при ПДК 4 мг/м^3)*.

При определении химических веществ в крови работников металлургических предприятий было обнаружено содержание кремния – 1,86±4,5742 мкг/мл, ванадия – 0,0012±0,0019 мкг/см^3 и марганца – 0,022±0,016 мкг/см^3. В группе контроля данные вещества не обнаружены. Содержание оксида азота в крови работающих в условиях воздействия химических веществ было в пределах нормы и составило 91,48±12,96 мкмоль/л.

Проведенное нами комплексное обследование работников металлургической промышленности выявило ряд особенностей в диагностике хронического бронхита у данной категории населения. Показатели стандартных общеклинических анализов (ОАК, ОАМ) как в группе сравнения, так и в группе контроля регистрировались в пределах нормальных значений. При определении карбоксигемоглобина в группе сравнения и в группе контроля процент его содержания

* Согласно ГН 2.2.5.1313–03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

не превышал установленной нормы (0,56±0,5 и 0,55±0,90 % соответственно, p = 0,97). Содержание альфа-1-трипсина в крови у работников первой и второй группы также находилось в пределах нормы и составляло 131,5±33,0 и 137,5±14,4 мг/дл (p = 0,67). Показатели эритропоэтина у работников обеих групп регистрировались в пределах 30,58±21,59 и 50,33±27,69 мМЕ/мл соответственно. У металлургов в 21,1 % случаев выявлялось повышение эритропоэтина по сравнению с нормой. На наш взгляд, длительное воздействие химических веществ приводит к истощению компенсаторных механизмов организма, в результате чего происходит нарушение регуляторных процессов. Концентрация в крови конечного продукта перекисного окисления липидов – МДА – у работников, подвергающихся воздействию химических веществ, была выше (3,28±0,27 мкмоль/л) по сравнению с таковой в группе контроля (2,69±0,34 мкмоль/л, p = 0,01). Причем в 78,9 % случаев у работников металлургических предприятий отмечалось превышение нормальных значений малонового диальдегида. Это подтверждает литературные данные о влиянии химических веществ на перекисное окисление липидов.

Нами также оценивалась антиоксидантная защита организма при воздействии химических веществ. В группе работников металлургических предприятий показатели антиоксидантной активности находились в пределах 36,35±2,38 %, а в группе контроля – 32,73±4,09 % (p = 0,12). У 52,6 % работников-металлургов диагностировалось снижение АОА относительно нормальных значений, что свидетельствует о влияние химического фактора на систему антиоксидантной защиты.

Анализ вентиляционной функции легких у работников металлургических предприятий выявил снижение $ОФВ_1$ (65,3±20,8 %), что говорит о нарушении бронхиальной проводимости. Отмечено значительное снижение показателей ($МОС_{25}$ – 22,07±10,49 % и $МОС_{50}$ – 55,29±21,97 %), свидетельствующих о нарушении проходимости крупных и средних бронхов. Величина $МОС_{75}$, характеризующая проходимость мелких бронхов, регистрировалась в пределах нормальных значений. Таким образом, у работников металлургической промышленности наряду с рестриктивными нарушениями наблюдались выраженные обструктивные нарушения.

При проведении импульсной осциллографии в группе работников металлургических предприятий в 70 % случаев выявлено повышенное бронхиальное сопротивление, а также снижение вентиляционной способности в периферических отделах бронхов при нормальных показателях спирографии. Метод импульсной осциллографии является одним из диагностических методов выявления ранних признаков хронического бронхита у работников металлургических предприятий при воздействие химических веществ на стадии регистрации нормальных спирометрических значений.

Зафиксированы средняя статистически значимая отрицательная достоверная взаимосвязь эритропоэтина с $ОФВ_1$ (r = –0,51, p = 0,03), с $МОС_{50}$ (r = –0,57, p = 0,02), а также эритропоэтина с МДА (r = –0,59, p = 0,001).

В связи с полученными результатами можно предположить, что длительное воздействие химических веществ ведет к нарушению адаптивно-регуляторных механизмов в организме, которые влекут за собой нарушения вентиляционной функции легких и развитие патологических процессов органов дыхания.

Выводы. На основании полученных результатов мы сделали вывод, что определение карбоксигемоглобина и альфа-1 трипсина не является значимым диагно-

стическим критерием развития хронического бронхита у работников металлургической промышленности. Исследование эритропоэтина в крови работников, а также проведение импульсной осциллографии выступают в качестве ранних диагностических методов, позволяющих оценивать риск развития бронхита на ранних стадиях заболевания, когда еще изменения вентиляционной функции не фиксируются спирометрией.

Анализ результатов проведенного исследования подтвердил механизм развития хронического бронхита у работников металлургических предприятий при воздействии химических веществ вследствие оксидантного стресса.

Возможности диагностики и терапии производственно обусловленных аллергических заболеваний

И. В. Данилина

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,
г. Пермь, Россия

В связи с широким внедрением новых химических синтетических материалов в производство, недостаточным использованием индивидуальных защитных средств в условиях контакта с химическими веществами увеличивается риск развития аллергических заболеваний у лиц, работающих в условиях воздействия промышленных аллергенов.

Промышленные химические аллергены представляют собой низкомолекулярные вещества – гаптены и содержащие их сложные по составу химические соединения, композиции, продукты, которые приобретают свойства полноценных антигенов после конъюгирования с белками организма.

Среди промышленных аллергенов выделяют:

– металлы и их соединения (хром, никель, марганец, платина и др.);

– вещества химического происхождения (изоционаты, альдегиды, формальдегиды, химические растворители);

– красители и пигменты (урсол, анилиновые красители);

– лекарственные средства (антибиотики, ферменты, витамины и др.);

– вещества растительного происхождения (древесная пыль, растительные клеи, пыль льна, хлопка и т.д.);

– вещества животного происхождения (эпидермис, слюна, перхоть, перо птиц, шерсть животных и т.д.);

– аллергены минерального происхождения.

Развитию аллергических заболеваний способствуют:

– сенсибилизирующая активность воздействующего аллергена;

– условия воздействия аллергена на организм работающего; путь поступления в организм; усугубляющие производственные факторы;

– индивидуальная чувствительность организма работающего с аллергическим веществам.

Одним из видов профилактики и выявления ранних форм аллергопатологии у работников, контактирующих с производственными аллергенами, является проведение специфической аллергодиагностики.

Цель исследования – определить критерии формирования групп риска и диспансерного наблюдения и оценки эффективности проводимой терапии у работников, контактирующих с производственными аллергенами.

Материалы и методы. В Центре медицины труда и профпатологии ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» за период 2012–2013 гг. обследовали 165 человек, из них 75 женщин и 90 мужчин, работающих на предприятиях Пермского края, использующих в своих технологиях промышленные аллергены. Средний возраст работника – 43 г., средний стаж работы – 12,5 г.

Все обследованные в зависимости от уровня активности антител были разделены на 2 подгруппы. Одна подгруппа в условиях стационара получала лечение, направленное на снижение сенсибилизации организма к промышленным аллергенам. Вторая подгруппа лечение не получала.

С целью комплексного исследования воздействия промышленных аллергенов на организм работающих использовались следующие методы:

– анкетирование (оценивались субъективные признаки сенсибилизации);

– лабораторная диагностика: общеклинические – общий анализ крови (эозинофилы, эозинофильно-лимфоцитарный индекс); биохимические (АСАТ, АЛАТ); иммунодиагностика (IgE общий, сывороточный IgA, M, G); CD-иммунограмма;

– специфическая аллергодиагностика (определение уровня активности антител к специфическим химическим веществам;

– осмотр врачами-специалистами (аллерголог-иммунолог) по стандартной методике. Диагнозы установлены согласно МКБ-10;

– анализ и интерпретация полученных данных.

Результаты и их обсуждение. Анализ анкетирования данной категории работников показал, что около 65 % лиц, контактирующих с веществами сенсибилизирующего и раздражающего действия, имели в анамнезе респираторные проявления аллергической патологии (ринорея, кашель) и около 8 % – кожные проявления (зуд, высыпания).

Клинически структура аллергопатологии была представлена следующими нозологическими формами: аллергический ринит (6,0 %), контактный дерматит (2,4 %), сыпь и неспецифические кожные высыпания (1,8 %).

В обеих группах по результатам общеклинических анализов у 50 % исследуемых наблюдался повышенный уровень эозинофилов по сравнению с нормой (6,278±1,006), эозинофильно-лимфоцитарный индекс был повышен у 92 % (0,116±0,033).

Биохимические показатели крови оставались в пределах нормы.

Исследование иммунологической реактивности у работников обеих групп показало достоверное снижение относительного содержания CD25+ клеток (65,4 %) относительно нормы. Повышение IgE общего наблюдалось у 40 % человек, а сывороточного IgA – у 83 %, что, на наш взгляд, свидетельствует о снижение неспецифической резистентности организма.

Анализ специфической иммунодиагностики показал, что 11,5 % лиц являются носителями антител к производственным химическими веществам при отсутствие клинической картины. Из них у 3 % работников уровень активности антител был низким (1–2 балла), у 8,5 % – средним и высоким (3–6 баллов). Наблюдается стажевая детерминированность и увеличение при этом уровня активности антител (нарастание от 1–3 баллов у работников со стажем 2 года, до 4–6 баллов – при стаже 5 лет и более).

В условиях Центра медицины труда и профпатологии работникам первой подгруппы проведен курс терапии, направленный на снижение сенсибилизации организма к промышленным аллергенам. При ежегодном обследовании в данной группе наблюдается положительная динамика: количество лиц, являющихся носителями антител к специфическим химическим веществам, уменьшилось до 8,5 %. Уровень активности антител снизился до 3–4 баллов.

Таким образом, вещества сенсибилизирующего и раздражающего действия, с которыми контактируют работники на производствах, снижая неспецифическую резистентность, формируют состояние измененной чувствительности организма к веществам с антигенными свойствами. Это ведет к развитию аллергической реакции, в основе которой лежит иммунный ответ, протекающий с повреждением тканей.

На основании проведенного исследования определены критерии группы риска и группы диспансерного наблюдения.

Группа риска:

– работники производств, использующих в своих технологиях промышленные аллергены;

– имеющие бытовую аллергию в анамнезе;

– субъективные признаки сенсибилизации;

– отклонения по одному из показателей неспецифической аллергодиагностики (эозинофилия, IgE общий, IgA, CD 25) при отсутствие клинической картины.

Группа диспансерного наблюдения:

– работники, имеющие отклонения по одному из показателей неспецифической аллергодиагностики (эозинофилия, IgE общий, IgA, CD 25);

– антитела к производственным химическими веществам.

Выводы. По результатам профилактических осмотров медицинским организациям целесообразно формировать группы риска и дипансерного наблюдения; современные методы диагностики и терапии позволяют контролировать риск развития аллергической реакции и сохранять профессиональную трудоспособность работника. Специфическая аллергодиагностика является как методом ранней диагностики аллергопатологии, так и критерием эффективности проводимой терапии.

Профилактика артериальной гипертензии у работников предприятий металлургии

А.Е. Носов

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,
г. Пермь, Россия

Высокие уровни заболеваемости и смертности трудоспособного населения являются одной из наиболее острых проблем здравоохранения Российской Федерации на современном этапе. Наиболее распространенное сердечно-сосудистое заболевание (ССЗ) и значимый элемент стратификации общего сердечно-сосудистого риска – артериальная гипертензия. При этом величина артериального давления (АД) является не только определяющей в силу своей высокой прогностической значимости, но и наиболее регулируемой переменной в системе стратификации сердечно-сосудистого риска. Самым эффективным методом снижения смертности от ССЗ является первичная профилактика на основе диспансеризации. В соответствии с приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации № 1006н от 06.12.2012 г. «Об утверждении порядка проведения диспансеризации определенных групп взрослого населения», диспансеризация проводится в целях раннего выявления хронических неинфекционных заболеваний (состояний), являющихся основной причиной инвалидности и преждевременной смертности населения Российской Федерации, основных факторов риска их развития (повышенный уровень АД, дислипидемия, повышенный уровень глюкозы в крови, курение, нерациональное питание, низкая физическая активность, избыточная масса тела или ожирение). Своевременное выявление и коррекция указанных факторов риска приводят к снижению заболеваемости и смертности от ССЗ на популяционном уровне.

Работники предприятий металлургии осуществляют профессиональную деятельность в условиях воздействия ряда вредных физических факторов производства, которые способствуют формированию болезней нарушения адаптации, проявляющихся повышением АД; оказывают модифицирующее влияние на развитие и течение ССЗ у работников металлургических предприятий. В соответствие с ГОСТ 12.0.003-74 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» на работников металлургического производства воздействуют шум и нагревающий микроклимат. Одним из ведущих факторов производства является нагревающий микроклимат, который характеризуется инфракрасным излучением в 950–1990 Вт/м^2, высокой температурой воздуха – 28–42 °С, что превышает гигиенические нормативы и определяет соответствие условий труда на рабочих местах классу 3-й или 4-й степени вредности. В структуре вредных производственных факторов присутствует шум, уровни которого достигают превышения допустимого (до 15 дБА). Большинство рабочих мест металлургического производства не соответствуют гигиеническим требованиям по показателям тяжести трудового процесса.

Однонаправленное действие шума и теплового излучения на центральную нервную систему способствует раннему формированию болезней нарушения адаптации (вегетативным дисфункциям и нарушениям гомеостаза – липидного и углеводного обменов). Изменения вегетативной нервной системы проявляются дисбалансом симпатического и парасимпатического отделов, которые потенцируют развитие АГ. Шум на уровне 30–65 дБА провоцирует нервно-психические реакции и нарушения регуляции, на уровне 50–60 дБА создает значительную нагрузку на центральную нервную систему человека, а при увеличении уровня шума свыше 70 дБА – оказывает патологическое действие в виде перенапряжения вегетативного отдела нервной системы, выраженность которого зависит от силы и продолжительности действия фактора. Длительное воздействие производственного шума связано с формированием дислипидемии, нарушениями углеводного обмена. Воздействие теплового излучения приводит к перенапряжению центра терморегуляции, нарушениям циркадного ритма сердечной деятельности, повышению уровня как систолического, так и диастолического АД. У рабочих горячих цехов АГ встречается в 7–8 раз чаще, чем у трудящихся в микроклимате с допустимыми значениями его параметров. Удельный вес болезней системы кровообращения среди причин инвалидности рабочих-металлургов составляет 23,6 %. Хронический тепловой стресс приводит к активации ренин-ангиотензин-альдостероновой системы (РААС) и системы катехоламинов. Гиперактивация РААС влечет за собой повышение образованию ангиотензина II, оказывающего мощное вазоконстрикторное действие. Кроме того, работа в условиях нагревающего микроклимата вызывает повышение вязкости крови, что приводит к повышению напряжения сдвига на эндотелии и снижению его реакции на гемодинамические факторы. Указанные изменения у работников металлургического производства формируют эндотелиальную дисфункцию и, как следствие, повышение общего периферического сопротивления, ремоделирование сосудистого русла (повышение жесткости артерий) и стабилизацию АГ.

Эффективным инструментом раннего выявления АГ, обусловленной производственной экспозицией физических факторов, является динамическая (непрерывная) диспансеризация работников.

Диспансеризации работников должна проводиться на всех уровнях оказания медико-профилактической помощи: здравпункт предприятия и медицинская организация, осуществляющая ПМО; медицинская организация по месту жительства; специализированный Центр медицины труда и профпатологии. Объем диагностических мероприятий зависит от патогенетических особенностей воздействия факторов и уровня медико-профилактической помощи работникам.

Цель работы – предложить патогенетически обоснованную схему профилактики АГ у работников металлургических предприятий.

Материалы и методы. На базе стационара Центра медицины труда и профпатологии ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН» проводилось обследование работников металлургического предприятия, подвергающихся воздействию физических факторов (шум и нагревающий микроклимат). Контрольную группу составили пациенты, работа которых не связана с воздействием данных факторов. Стаж работы во вредных условиях составлял от 5 до 10 лет. Клинико-лабораторная диагностика выполняется с помощью автоматического гематологического анализатора AcT5diff AL (США) (МЗРФ № 2004/433, РОСС FR. UM04.H07284, ГОСТ Р 50444-92, ГОСТ Р 51350-99), автома-

тического биохимического анализатора Konelab (Финляндия) (зав. № 21923, ФС № 2006/2924, РОСС FI.ME20. НО 1902, ГОСТ Р 50444-92, ГОСТ Р 51350-99). Иммуноферментный анализ выполнялся на анализаторе StatFax-2100 (США).

Дуплексное сканирование брахиоцефальных артерий проводилось с использованием аппарата Viamo Toshiba. Определялась толщина комплекса интима-медия (ТИМ), наличие атеросклеротических бляшек и степень стенозирования просвета сосуда.

Для оценки эндотелиального механизма регуляции сосудистого тонуса пациентам была выполнена проба потокзависимой (эндотелийзависимой) вазодилатации по методике D.S. Celermajer и соавт. Нормальным считали прирост диаметра плечевой артерии более 10 %. Исследование жесткости артериальной стенки проводилось с использованием аппарата Fukuda denshi VS-1500 VaSera. Определялся сердечно-лодыжечный индекс (*CAVI*), характеризующий жесткость артериальной стенки. Суточное мониторирование АД осуществлялось с использованием аппарата Schiller-BR-102 Plus и программы МТ-300 (осциллометрический и аускультативный метод) SCHILLER AG, Швейцария, по стандартной методике. Определялись параметры суточного профиля АД и пульса, показателей вариабельности АД, суточные индексы АД. Суточное мониторирование ЭКГ по Холтеру проводилось с использованием аппарата Microvit МТ-101 и программы МТ-200. Оценивались показатели вариабельности сердечного ритма (SDNN, SDANN, SDNNidx, rMSSD, pNN50).

Результаты и их обсуждение. Предлагаемые объемы обследования при профилактике АГ у работников металлургических предприятий основаны на определении суммарного сердечно-сосудистого риска. На первом этапе проводится сбор профессионального анамнеза: вредные факторы производства, стаж работы в условиях воздействия данных факторов; сбор анамнеза жизни с оценкой статуса курения, наследственности по ССЗ, адекватности физической активности пациента. Выполняется анкетирование для исследования функций надсегментарного отдела вегетативной нервной системы по А.М. Вейну. Объективное обследование пациентов включает выявление клинических признаков вегетативной дисфункции: неустойчивость АД, лабильность пульса, общий и локальный гипергидроз, тремор пальцев, угнетение или усиление дермографизма, дистальная гипестезия, акроцианоз, изменение кожной температуры; определение уровня АД (уровень систолического АД выше 130 мм рт. ст. и диастолического – выше 85 мм рт. ст. расценивается как фактор риска). Важным является определение частоты сердечных сокращений (ЧСС). Повышение ЧСС более 80 ударов в минуту в состоянии покоя ассоциируется с увеличением риска смерти от всех причин и от ССЗ. Увеличение АД на 0,7 мм рт. ст. сопровождается одновременным увеличением ЧСС на 10 ударов в минуту. Окружность талии более 94 см у мужчин и более 80 см у женщин диагностируют как абдоминальное ожирение, которое является независимым фактором риска ССЗ.

К лабораторным исследованиям первого этапа относятся: определение концентрации глюкозы плазмы крови (ее уровень натощак более 6,1 ммоль/л в венозной плазме является основанием для расширения обследования в виде определения постпрандиальной гликемии и/или проведения теста толерантности к глюкозе), липидного спектра с установлением типа дислипидемии, креатинина плазмы крови с расчетом скорости клубочковой фильтрации по формуле MDRD

(Modification of diet in renal disease). На первом этапе целесообразно суточное мониторирование ЭКГ для оценки вариабельности ритма сердца. Предиктором развития АГ является преобладание симпатического отдела вегетативной нервной системы.

По окончании первого этапа проводится расчет суммарного сердечно-сосудистого риска по шкале SCORE и определение дальнейшей тактики ведения пациента в зависимости от уровня риска:

– при наличии низкого (< 1 % по SCORE) и умеренного (≥1 % и <5 % по SCORE) риска необходимо проведение краткого профилактического консультирования с целью коррекции образа жизни и сохранения уровня риска <5 %;

– при наличии высокого (≥5 % и <10 % по SCORE) или очень высокого (≥10 % по SCORE) риска следует осуществить расширенное обследование с целью выявления дополнительных факторов риска, по завершении которого пациент проходит углубленное профилактическое консультирование и по показаниям – лечение.

Расширенное обследование у лиц высокого и очень высокого риска проводится для выявления дополнительных факторов риска. В него предлагается включать: определение высокочувствительного С-реактивного белка ($СРБ_{hs}$) (при концентрации $СРБ_{hs}$ <1 мг/л сердечно-сосудистый риск оценивается как низкий, от 1 до 3 мг/л – как умеренный, а от 3 до 10 мг/л – как высокий), определение концентрации мочевой кислоты в плазме крови (повышение ее концентрации более 420 мкмоль/л у мужчин и 380 мкмоль/л у женщин является предиктором развития АГ и сердечно-сосудистых осложнений), определение концентрации кортизола крови (повышение его концентрации в плазме крови выше 660 нмоль/л при отсутствии клинических симптомов гиперкортицизма необходимо рассматривать как маркер стресс-реакции). Инструментальные методы исследования при расширенном обследовании должны включать в себя: диагностику наличия эндотелиальной дисфункции путем проведения пробы потокзависимой дилатации плечевой артерии по методике D. Celermajer (по результатам пробы постишемическая дилатация плечевой артерии менее 10 % или ее спазм свидетельствуют о наличии дисфункции эндотелия), оценку жесткости артериального русла методом определения сердечно-лодыжечного сосудистого индекса (значение сердечно-лодыжечного сосудистого индекса более 8 необходимо считать фактором риска развития АГ), оценку толщины комплекса интима-медия (КИМ) методом дуплексного сканирования брахиоцефальных артерий (толщину КИМ более 0,9 мм следует считать фактором риска развития АГ). Для высокого риска развития АГ характерна высокая вариабельность АД, что может быть оценено методом суточного мониторирования (значения среднесуточной вариабельности по систолическому АД более 15 мм рт. ст., а по диастолическому – более 12 мм рт. ст. необходимо считать патологическими и рассматривать в качестве фактора риска развития АГ). По результатам расширенного обследования проводится углубленное профилактическое консультирование.

Таким образом, при осуществлении мероприятий по профилактике АГ у работающих в условиях производственного шума и нагревающего микроклимата целесообразен дифференцированный подход к объемам обследования и профилактических мероприятий в зависимости от уровня суммарного сердечно-сосудистого риска.

Влияние условий труда на здоровье механизаторов, работающих в сельском хозяйстве

Л.В. Славнухина, Е.И. Якуничева

Территориальный отдел Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Вологодской области в Сокольском, Усть-Кубинском, Вожегодском, Сямженском, Харовском, Верховажском районах, г. Сокол, Россия

Современное сельскохозяйственное производство характеризуется высокой степенью механизации. К главным группам сельскохозяйственных рабочих относятся механизаторы (трактористы, прицепщики, комбайнеры и т. д.). Работы, выполняемые в сельском хозяйстве, имеют свои особенности, отличающие их от таковых в промышленном производстве и влияющие на санитарно-гигиенические условия труда. К ним относятся: сезонность основных работ в полеводстве; работа в поле на открытом воздухе, часто при неблагоприятных метеорологических условиях; постоянная смена рабочих операций, выполняемых одним и тем же лицом; отдаленность мест производства работ от места постоянного жительства людей; применение химических веществ для защиты растений от вредителей и болезней

Условия труда в современном земледелии зависят от его организации, технологии возделывания растений, уровня механизации, вида используемых машин. Усложнение сельхозтехники, увеличение скоростей работы машин требует учета антропометрических и психофизиологических возможностей человека. При этом предъявляются повышенные требования к системам защиты от тепла и холода, пыли, шума, вибрации и токсических веществ.

В числе неблагоприятных факторов, отрицательно влияющих на состояние здоровья, – повышенная или пониженная температура при работе на открытом воздухе и в кабинах сельхозмашин. Без надлежащей защиты металлическая кабина может стать мощным источником тепла или холода. При гигиенической оценке условий труда механизаторов установлено, что температура воздуха в кабинах превышает оптимальные уровни. В летнее время влияние этого фактора проявляется в виде перегревания, которое наступает при температуре выше 30 °С и особенно тяжело сказывается в сочетании с высокой влажностью и малой подвижностью воздуха. При перегревании механизаторы отмечали учащение сердцебиения, появление головной боли, общее недомогание, усталость. В течение сезона полевых работ дискомфортные микроклиматические условия на рабочих местах в общей сложности составляют на весенних полевых работах 5–12 % рабочего времени, летних – 53–76 % и осенних – 12–22 %.

В период летних полевых работ температура воздуха в кабинах, оборудованных для нормализации микроклимата только вентиляцией без применения средств тепловой защиты, может превышать наружную на 8–19°С, а температура поверхностей достигать 40–53°С. Время работы в условиях теплового дискомфорта в наибо-

лее жаркий период составляет 6–7 ч за рабочий день. Из-за высоких температур работы часто проводятся с открытыми окнами и дверями, что увеличивает запыленность воздуха в рабочей зоне тракториста. Почвенная пыль в зависимости от вида почвы содержит от 8 % (серые лесные) до 60 % (песчаные и супесчаные почвы) и более свободной двуокиси кремния. При совпадении направления движения сельхозмашины с направлением ветра механизаторы могут периодически попадать в зону значительного загрязнения воздуха пылью. Проникая в кабину, пыль скапливается и оседает на различных элементах кабины, при работе вследствие вибрации повторно поднимается в воздух и может создавать в зоне дыхания значительные концентрации, количественные значения которой сохраняются примерно на одном уровне в течение всего периода работы.

Шум на рабочем месте механизатора зависит от характера полевых работ, влажности и плотности почвы. Наибольшие уровни отмечаются при пахоте, меньшие – при транспортных работах, посадке картофеля, косьбе. Шум, действуя длительно и постоянно, вызывает иногда головную боль, чувство разбитости, снижает работоспособность. По окончании рабочей смены у работающих наблюдается некоторое снижение слуха, но через 40–60 мин отдыха механизаторы отмечают полное восстановление слуха. Уровень шума на рабочем месте во многом зависит от его расположения относительно источников шума. На маломощных тракторах механизатор часто оказывается ближе к двигателю, что обусловливает относительно более высокий уровень шума на рабочем месте. Источником внешнего шума тракторов является в основном шум выхлопа двигателя, для снижения которого разработаны и устанавливаются высокоэффективные и простые по конструкции глушители. Как правило, вследствие недостаточной звукоизоляции кабины и близкого расположения ее от двигателя шум на рабочих местах большинства тракторов превышает допустимый уровень в значительных пределах (на 8–14 дБА). Уровень внешнего шума на колесных тракторах колеблется в пределах 84–87 дБА (при ПДУ = 80 дБА).

Мощные двигатели современных машин могут создавать значительную высокочастотную вибрацию. Однако, как правило, на рабочем месте механизатора как на старых марках тракторов, так и на новых уровень ее не превышает допустимых величин. Уровень высокочастотной вибрации на органах управления и рабочей площадке машин также остается в норме. При измерении вибрации в идентичных условиях выявлено, что на частотах, близких к резонансной частоте тела человека, величина вибрации превышает допустимый уровень. Наибольшее превышение наблюдается на гусеничных тракторах, так как гусеница хуже, чем пневматическое колесо, гасит колебания. К тому же подвеска сиденья на этих тракторах менее совершенна.

Механизатор в работе соприкасается со многими химическими соединениями разной степени токсичности. Основные из них – выхлопные газы, пестициды, гербициды, минеральные удобрения и т.д. Выхлопные газы содержат многие химические соединения, основным токсичным компонентом в которых является окись углерода. При некоторых условиях, например, сильном встречном ветре, выхлопные газы могут поступать в кабину через вентиляционные устройства и кондиционеры, а также зимой при зачехлении двигателя. Концентрация оксида углерода в кабине достигает 29,2±6,8 мг/м^3 (ПДК 20 мг/м^3), а углеводородов – до 162,9±26 мг/м^3 (ПДК в пересчете на углерод 300 мг/м^3). Наибольшее количество выхлопных газов проникает в кабину

при изменении режима двигателя, т.е. когда создаются условия для неполного сгорания топлива. Попадание выхлопных газов в кабину сельхозтехники отмечается только при некоторых экстремальных условиях, чаще всего через вентиляционные устройства. В кабинах машин с двигателями, удаленными от рабочего места, оксид углерода обнаруживается в редких случаях.

Наибольший непосредственный контакт с пестицидами у механизаторов наблюдается при приготовлении растворов, заправке машин, техническом или технологическом их обслуживании. Установлено, что уровни шума и вибрации, запыленности и загазованности воздуха увеличиваются по мере возрастания срока эксплуатации машин.

Рабочая поза механизаторов на тракторах в основном рациональная. Однако в некоторых случаях, например, при выполнении работ, требующих высокой точности вождения, при неправильной регулировке положения сиденья в зависимости от роста или при неправильном выборе ориентира движения механизатор занимает вынужденную, без возможности смены положения рабочую позу, характеризующуюся статическим напряжением.

Длительное воздействие на механизаторов комплекса неблагоприятных факторов приводит к развитию острых и хронических заболеваний, производственных травм, особенно с инвалидным исходом. Все это имеет место на фоне высокой текучести кадров из-за неблагоприятных условий и режимов труда. Пик вышеуказанных факторов наблюдается в основном в возрастных группах 25–29 и 40 лет и старше при стаже работы соответственно 5–9 и 20 лет и более.

Наиболее объективным критерием оценки состояния условий труда являются показатели заболеваемости работающих, формирующиеся под непосредственным влиянием на них неблагоприятных производственных факторов. Поэтому вполне объяснимо «лидирующее» положение механизаторов среди работников сельского хозяйства по показателям заболеваемости – 65 % всех регистрируемых в отрасли заболеваний.

Наиболее часто у них возникают: поражения опорно-двигательного аппарата, преимущественно в виде люмбаго, пояснично-крестцовых радикулитов, распространенность их возрастает по мере увеличения стажа и достигает пика к 20 годам работы на машинно-тракторных агрегатах (МТА); хронический (пылевой) бронхит, который проявляется обычно после 5 лет работы на МТА, частота этих заболеваний у механизаторов со стажем работы 10–14 лет и 15 лет и более соответственно в 3,1 и 4,5 раза выше, чем при стаже до 10 лет, причем среди механизаторов, постоянно работающих на уборке зерновых, хронические бронхиты выявляются в 2 раза чаще (это обстоятельство можно объяснить воздействием на них высоких концентраций пыли, особенно зерновой, обладающей фиброгенным, аллергизирующим и токсическим действием); неврит слухового нерва (с нарушением слуха легкой, реже средней степени), который зависит, прежде всего, от уровня воздействующего шума и длительности контакта с ним, при уровне шума 90–95 дБА тугоухость, как правило, регистрируется у механизаторов со стажем работы 6–10 лет, 96–100 дБА – со стажем 1–5 лет. Для всех степеней профессиональной тугоухости характерна высокая корреляционная связь между уровнем шума и стажем работы, вызвавшим заболевание. Чем выше уровень шума, тем меньше времени требуется для развития и прогрессирования заболевания. Средний стаж работы, необходимый для развития начальных явлений заболеваний в условиях воздействия примерно одного и того

же уровня шума (около 101 дБА), составил 17 лет, а между последующими стадиями заболевания – около 5,5–6 лет.

По частоте случаев и дням нетрудоспособности острые респираторные заболевания, болезни кожи гнойничкового характера, заболевания костно-мышечной системы, болезни периферической нервной системы, травмы занимают первые места. По данным заболеваемости среди механизаторов 3 сельхозпредприятий Сокольского района (ОАО «Вологодский картофель», СПК «Сокол», ЗАО «Союз» – племзавод) за 2006–2011 гг. первые места занимают следующие нозологические формы: заболевания верхних дыхательных путей, костно-мышечной системы, кожных покровов.

Стабильными на протяжении 2006–2012 гг. остаются показатели по частоте случаев нетрудоспособности (на 100 работающих) по вышеперечисленным нозологическим формам, но число дней нетрудоспособности (на 100 работающих) имеет тенденцию к росту в 1,2 раза по заболеваниям верхних дыхательных путей и костно-мышечной системы, что свидетельствует о их хроническом течении. Поэтому условия труда механизаторов сельского хозяйства сопряжены с негативным влиянием переохлаждающего и перегревающего микроклимата, с воздействием повышенных уровней шума и вибраций, превышающем ПДУ загрязнением воздуха рабочей зоны пылью и вредными химическими веществами и могут быть в соответствии с «Гигиеническими критериями и классификации условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса» (Руководство Р 2.2.2006-05) отнесены к 3-му классу 3–4-й степени вредности (3.3–3.4).

В результате комплексного обследования условий труда механизаторов в различные периоды годового производственного цикла и в соответствии с Р 2.2.1766-03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» были установлены следующие категории профессионального риска по классам условий труда: ремонтные работы – малый риск (умеренный); пахотные работы – средний риск (существенный); сев – высокий риск (непереносимый); уборка урожая – очень высокий риск (непереносимый).

Условия труда на мобильной сельскохозяйственной технике в годовом трудовом цикле оказывают комбинированное негативное влияние на организм механизаторов и могут привести к риску развития профессиональных заболеваний и инвалидизации механизаторов сельского хозяйства. Для решения проблемы необходимо: проведение систематического мониторинга за условиями труда механизаторов; определение количественных показателей факторов условий труда на отдельных производственно-технологических операциях годового производственного цикла; расчет категории профессионального риска в зависимости от условий труда, специфики производственного цикла; разработка мероприятий по профилактике общей и профессиональной заболеваемости механизаторов; определение и оценка индивидуальных особенностей, учет стажа работы механизаторов по профессии при проведении профилактических, лечебных и реабилитационных мероприятий. Результаты исследования были использованы при разработке рекомендаций в адрес работодателей, лечебных учреждений, направленные на улучшение условий труда, разработку и внедрение профилактических мероприятий, снижение заболеваемости работников.

Опыт применения метода дисперсионного картирования миокарда у трактористов–машинистов сельскохозяйственного производства

Р.Б. Рахимов, В.Ю. Коваленко, А.В. Спирин, С.С. Райкин

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей
и благополучия человека,
г. Саратов, Россия

Одной из актуальных проблем гигиены труда является адекватная оценка влияния производственной среды на организм работающих, основанная на анализе функциональных сдвигов, возникающих во время трудовой деятельности. В то же время процесс получения информации о динамике физиологических показателях у работающего человека крайне сложен. Применяемые в физиологии труда методы исследования не всегда позволяют своевременно выявлять особенности адаптации человека к производственной нагрузке.

Как известно, одним из ведущих элементов приспособления к труду является регуляция системы кровообращения. Основными характеристиками при выборе инструментальных методов исследования сердечно-сосудистой системы должны быть компактность, автономность, простота использования, чувствительность. В связи с высокой загруженностью механизаторов в период рабочей смены, их высокой мобильностью во время смены, разрозненностью бригад в полевых условиях – проводимые исследования не должны препятствовать выполнению обследуемыми их работы.

Среди перспективных методов, которые в настоящее время все шире используются не только в научных исследованиях, но и в повседневной клинической практике для оценки динамики функционального состояния миокарда, можно выделить метод дисперсионного картирования [1]. Данный способ отличается высокой чувствительностью к ранним проявлениям нарушений деятельности сердца и высокой диагностической специфичностью к проявлениям ишемии миокарда. Он широко применяется в деятельности Центров здоровья, открытых во всех регионах Российской Федерации в рамках нацпроекта «Здоровье» (при данном методе применяется прибор «Кардиовизор-06»).

Дисперсионное картирование основано на регистрации и компьютерной обработке микроколебаний зубцов электрокардиограммы в каждом последовательном сердечном цикле, что позволяет получить достоверные данные о функционировании сердца и об особенностях адаптации организма человека к производственной нагрузке. Результат исследования отображается как графически в виде условного дисперсионного портрета сердца, так и в виде численных показателей – диагностических индексов.

По мнению авторов метода [2], диагностика нормы и патологии у обследованных может осуществляться по интегральному показателю «Миокард». Этот показатель определяет, насколько суммарная характеристика обследованного отличается от показателей эталона. Чем выше этот показатель, тем хуже функциональное состояние миокарда. За границу нормы принят показатель 15 %. Кроме того, оценивается вариабельность сердечного ритма – индекс «Ритм», аналогичный известному индексу Р.М. Баевского.

С целью изучения возможностей прибора «Кардиовизор-06» в оценке адаптации организма к трудовой деятельности нами было проведено обследование механизаторов сельского хозяйства в условиях медицинского пункта нескольких хозяйств Марксовского района Саратовской области. Все обследованные механизаторы ранее были допущены к работе по итогам медицинского осмотра. На первом этапе выполнено обследование 44 механизаторов, выполнявших обязанности трактористов-машинистов в период подготовки к полевым работам (март), затем они были обследованы непосредственно в полевых условиях во время уборочных работ (июль).

Полученные данные позволили в каждый период разделить обследованных механизаторов на три группы. К первой группе были отнесены лица с нормальной величиной индекса «Миокард» (от 0 до 15 %); вторую группу составили лица, у которых индекс «Миокард» соответствует пограничному состоянию между нормой и патологией (16–19 %); в третью – механизаторы с показателем «Миокард», соответствующим различным степеням патологических изменений (20 % и выше). По показателям индекса «Ритм» также были выделены три группы: первую составили работники с нормальным уровнем индекса «Ритм» (до 50 %), вторую – с пограничным его состоянием (51–80 %), третью – обследованные со значениями индекса «Ритм» более 80 %. Результаты приведены в таблице.

Распределение обследованных механизаторов (%) по степеням отклонения диагностического индексов в различные периоды годового производственного цикла

Показатель	Период			
	подготовка техники		уборка урожая	
Градация изменений	Индекс «Миокард»	Индекс «Ритм»	Индекс «Миокард»	Индекс «Ритм»
Норма	79	81	59	32
умеренное отклонение	15	16	23	34
выраженное отклонение	6	2	18	34

Из таблицы видно, что при обследовании механизаторов в период подготовки техники к полевым работам доля лиц с нормальными и пограничными показателями индексов состояния миокарда была существенно выше, чем во время интенсивных полевых работ, когда процент работающих с выраженными отклонениями индексов увеличился практически в 2–3 раза. Это указывает на высокую информативность примененного метода для выявления состояний напряженной адаптации к трудовой деятельности и её срыва, что может стать основой для проведения соответствующих оздоровительных мероприятий, направленных на предупреждение развития заболеваний работающих.

Выводы. Исследование характеристик дисперсионного портрета сердца является чувствительным методом выявления отклонений состояния здоровья работников сельскохозяйственного производства и оценки их индивидуального риска.

Использованный нами метод дисперсионного картирования информативен и может применяться при проведении профилактических и реабилитационных мероприятий у механизаторов сельского хозяйства.

Список литературы

1. Диагностические возможности характеристик дисперсии ЭКГ-сигнала при инфаркте миокарда (по данным ЭКГ-анализатора КардиоВизор-06с) / Г.Г. Иванов, С.Б. Ткаченко, Р.М. Баевский, И.А. Кудашева // Функциональная диагностика. – 2005. – № 4. – С. 8–17.

2. Сула А.С., Рябыкина Г.В., Гришин В.Г. ЭКГ-анализатор КардиоВизор-06с: новые возможности выявления ишемии миокарда при скрининговых обследованиях и перспективы использования в функциональной диагностике // Функциональная диагностика. – 2003. – № 2. – С. 93–100.

Актуальные вопросы экспертизы рабочих мест при подозрении на профессиональное заболевание у сотрудников

Ю.А. Спиридонова, Л.И. Богданова

Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения
«Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области»,
г. Омск, Россия

Охрана и укрепление здоровья работающих, особенно во вредных условиях труда, одна из наиболее важных проблем. Несмотря на значительное сокращение объемов производства, практически не уменьшается количество рабочих мест, не соответствующих гигиеническим нормативам. По данным Росстата, ведущего наблюдения по ограниченному кругу видов экономической деятельности, численность лиц с установленным в 2012 г. профессиональным заболеванием составила 5 319 человек, или 2,5 чел. на 10 тыс. занятых, что ниже аналогичных показателей 2011 г. на 31,1 и 33,7 % соответственно. По количеству работающих во вредных условиях труда Сибирский федеральный округ стоит на первом месте с показателем 40,5 % (в 2011 г. – 39,1 %).

Наибольшая численность лиц с установленным впервые в 2012 г. профессиональным заболеванием выявлена в следующих видах экономической деятельности: обрабатывающие производства – 1 995 человек, добыча полезных ископаемых – 1 745, транспорт и связь – 643.

Омская область практически все годы отмечалась, как область с низким уровнем профессиональных заболеваний. За 2012 г. по сравнению с уровнем предыдущего года уровень заболеваемости снизился на 43 % и составил 44 случая (в 2011 г. – 76).

Основным механизмом выявления профессиональных рисков продолжает оставаться система аттестации рабочих мест по условиям труда в соответствии с Приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации № 342н от 26 апреля 2011 г. «Об утверждении порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда», в котором, в частности, указано, что «…гигиеническая оценка фактического состояния условий труда производится на основе сопоставления результатов измерений факторов производственной среды и трудового процесса с установленными для них гигиеническими нормативами». В результате таких сопоставлений и на основании действующей классификации условий труда (Р 2.2.2006-05) определяется класс условий труда и степень вредности и (или) опасности для каждого производственного фактора. Таким образом, класс условий труда является основополагающим критерием для определения степени профессионального риска повреждения здоровья работника. К сожалению, по ряду объективных и субъективных причин в последние годы не уделяется должного внимания оценке классов условий труда при подготовке различных информационных и аналитических материалов. В августе 2011 г. вступил в силу приказ Министерства здравоохранения и социального развития № 918н, который отменил оценку условий труда по классам при проведении санитарно-эпидемиологических расследований, направленных на установление причин и выявление условий возникновения и распространения профессиональных заболеваний, теперь оценка по каждому фактору не проводится, а итоговая оценка трактуется только как «условия труда соответствуют или не соответствуют».

В рамках оказания государственных услуг специалистами ФБУЗ «Центра гигиены и эпидемиологии в Омской области» осуществляется экспертиза рабочих мест при подозрении на профессиональное заболевание.

При этом большое внимание уделяется срокам проведения экспертизы и полноте лабораторно-инструментальных исследований.

Ежегодно расширяется спектр проводимых исследований, осваиваются и внедряются новые методы, увеличивается количество исследований выполняемых более сложными, современными физико-химическими методами. Приобретается новое современное оборудование, что позволяет не только расширить номенклатуру исследований, но и значительно сократить время анализа, что на сегодня имеет большое значение [1, 2].

В связи с общим снижением уровня профессиональной заболеваемости также снизилось и количество проведенных экспертиз. В 2012 г. выполнение государственной услуги составило 33 % (в 2011 г. – 67 %). Снизилось и количество выполненных лабораторно-инструментальных исследований (табл. 1).

При этом удельный вес исследований, не отвечающих гигиеническим нормативам, остался на уровне 2010 г. и составил в 2012 г. – 9,1 %.

Доля работников, занятых тяжелым физическим трудом, в Российской Федерации в период с 2008 по 2012 г. выросла с 9,0 до 13,0 %.

Таблица 1

Количество проведенных экспертиз и лабораторно-инструментальных исследований по Омской области за 2010–2012 гг.

Параметр	2010 г.	2011 г.	2012 г.	Итого
Количество проведенных экспертиз	128	75	12	215
Санитарно-гигиенические исследования	509	667	292	1468
Инструментальные исследования	440	246	126	812

С 2010 г. специалистами ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области» проводится оценка тяжести и напряженности трудового процесса. С 2011 г. прошли аккредитацию по данному разделу все филиалы. Данные по оценке за 2010–2012 гг. представлены в табл. 2.

Таблица 2

Оценка тяжести трудового процесса

Параметр	2010 г.	2011 г.	2012 г.	Итого
Количество обследованных рабочих мест	18	51	16	85
Количество рабочих мест с классом вредности 3.1 и выше	4	16	6	26

Удельный вклад рабочих мест по тяжести трудового процесса, относящихся к 3.1 и 3.2 вредному классу условий труда, составляет 30 %.

Таким образом, несмотря на относительно невысокий уровень профессиональной заболеваемости по Омской области основной целью государственной политики в спектре охраны и гигиены труда остается дальнейшее улучшение условий труда работников, в том числе и с помощью продолжения внедрения в работу методологии оценки профессиональных рисков.

Список литературы

1. О реализации государственной политики в области охраны труда в Российской Федерации в 2012 году: доклад. – М., 2013.

2. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Омской области в 2012 году: Государственный доклад. – М., 2013.

Роль гипертонической болезни в формировании сердечно-сосудистой патологии у работников локомотивных бригад

А.С. Толкач

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пермская государственная медицинская академия им. ак. Е.А. Вагнера»
Министерства Здравоохранения РФ, г. Пермь, Россия

Диагностика и профилактика сердечно-сосудистых заболеваний является одной из самых значимых проблем современной медицины и здравоохранения в связи с их большой распространенностью, а также высоким удельным весом в структуре общей смертности населения и инвалидности трудоспособных лиц. В Российской Федерации смертность от сердечно-сосудистых заболеваний в 8 раз выше, чем во Франции, и составляет примерно 57 % в общей структуре смертности. Согласно данным официальной статистики, около 40 % людей в России умирает в трудоспособном возрасте (25–64 года) [3]. Аналогичная картина складывается и в среде работников железнодорожного транспорта. По данным Департамента здравоохранения ОАО «Российские железные дороги», в структуре заболеваемости работников железнодорожного транспорта на диспансерном учете в 2011 г. преобладали болезни системы кровообращения – 31,7 % (из них 62,0 % – повышенное кровяное давление) [1].

По оценкам ВОЗ, работники транспортных отраслей подвергаются воздействию комплекса неблагоприятных факторов производственной среды, среди которых преобладают химические вещества и их соединения, биологические и физические факторы, шум, вибрация, а также психоэмоциональное перенапряжение [4].

С позиции медицины труда, машинисты являются достаточно однородной группой по влиянию комплекса производственных факторов. Работа машиниста – это профессия, в которая сочетает комплекс вредных факторов экзогенной природы. Ведущий фактор – продолжительное психоэмоциональное напряжение в сочетании с острыми стрессовыми ситуациями. Труд машиниста связан с высокой ответственностью за качество своей работы, частыми ночными сменами, вследствие чего происходит дисбаланс суточных биоритмов, чему способствует минимальное время отдыха между рейсами, в процессе работы всегда создается нервно-эмоциональное напряжение на фоне однообразной, но требующей внимания работы. Трудовой процесс провоцирует появление стрессовых ситуаций, которые, в свою очередь, генерируются в хроническую стресс-системную реакцию организма, что, как следствие, влечет за собой дезадаптацию различных органов и систем организма, в первую очередь – расстройства сердечно-сосудистой системы. Таким образом, изучение сердечно-сосудистой заболеваемости у работников локомотивных бригад (ЛБ) имеет огромное значение, прежде всего, – для профилактики и предотвращении внезапной смерти.

Материалы и методы. Проанализирована заболеваемость работников локомотивных бригад, которые наблюдались в кардиологическом отделении НУЗ ОКБ

«ОАО РЖД» на станции Пермь-2 с целью углубленного обследования и проведения экспертизы профпригодности в период 2010–2012 гг.

За указанный период наблюдались 319 машинистов. В группу обследования включены мужчины, средний возраст – 49±3,57 г., средний стаж работы – 17,2±2,63 г.

По утвержденным и разработанным медико-экономическим стандартам всем пациентам проводилась электрокардиограмма (ЭКГ) в 12 отведениях, для определения физической работоспособности – велоэргометрия (ВЭМ), холтеровское мониторирование ЭКГ (ХМ-ЭКГ) – для анализа нарушений ритма сердца и выявления ишемии миокарда. По данным эхокардиографического исследования (УЗИ сердца) анализировали фракцию выброса для оценки диастолической дисфункции, также у всех пациентов осуществляли биохимические тесты для определения уровня дислипопротеидемии, глюкозы, трансаминаз. По показаниям назначали фиброгастродуоденоскопию (ФГДС) пациентам с экстрасистолией для исключения висцерокардиального рефлекса.

Результаты и их обсуждение. Большинство обследованных не предъявляли жалобы, возможно из-за страха отстранения от работы. Это указывает на формирование «синдрома здорового работника», что значительно затрудняет раннюю диагностику сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). При анализе историй болезни и амбулаторных карт определены факторы риска по развитию сердечно-сосудистых заболеваний и выявлено, что у 60 % пациентов был отягощен семейный анамнез по сердечно-сосудистой патологии, а именно наличие у ближайших родственников ИБС или расстройства мозгового кровообращения. В 36 % случаях зафиксирована избыточная масса тела, что способствует развитию атеросклероза и ИБС вследствие дислипидемии и гиперхолестеринемии (показатель составил в данной группе в среднем 5,32±1,1 ммоль/л). Курение отмечали 72 % пациентов, алкоголь умеренно употребляли 67 % работников локомотивных бригад. На основании подробного анамнеза у 85 % пациентов определен повышенный риск развития сердечно-сосудистых заболеваний.

При объективном исследовании у подавляющий части машинистов отмечалось повышение АД выше 140/90 мм рт. ст., учащение пульса более 80 ударов в минуту, болезненность при пальпации в эпигастрии.

Среди обследуемых работников ЛБ (319 человек) гипертоническая болезнь диагностирована у 56,1 % (179) в возрасте 39,9±2,4 г. С предрейсового медицинского осмотра направлены в стационар для диагностического обследования 88 % пациентов в связи с повышенным АД (в пределах 155–160/90–110 мм рт. ст.). 12 % (22 человека в возрасте старше 45 лет из 179 с ГБ) госпитализированы вследствие ранее установленного диагноза ГБ и необходимости ежегодного проведения переосвидетельствования.

При поступлении в стационар у данной группы пациентов уровень САД составил 155,6±9,6 мм рт. ст., ДАД – 100±4,7 мм рт. ст., при выписке: САД – 128,3±3,5 мм рт. ст., ДАД – 80,5±1,2 мм рт. ст. (p<0,05). Из 179 пациентов у 54 % диагностирована гипертоническая болезнь 1-й степени по АД, риск 1, а 46 % страдали ГБ 2-й степени по АД, риск 2-й, и были допущены к труду после проведения экспертизы профпригодности.

Выводы. Таким образом, гипертоническая болезнь является неоспоримым предиктором прогрессирования сердечно-сосудистой патологии у работников данной профессиональной группы, что в свою очередь представляет большую угрозу для сохранения безопасности движения поездов. Изучение рисков здоровью и ран-

няя диагностика гипертонической болезни способствуют разработке своевременных и адекватных мер реабилитации и профилактики.

Список литературы

1. Каськов Ю.Н., Подкорытов Ю.И., Фархатдинов Г.А. Особенности организации и результаты ведения социально-гигиенического мониторинга на объектах железнодорожного транспорта России // Актуальные направления развития социально-гигиенического мониторинга и анализа риска здоровью: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / под ред. академика РАН Г.Г. Онищенко, академика РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2013. – С. 43–47.

2. Особенности оценки профессионального риска работников железнодорожного транспорта / М.Ф. Вильк, В.А. Капцов, Л.П. Коротич, В.С. Викторов, В.Н. Тулушев // Профессия и здоровье: материалы XI Всероссийского конгресса. – М.: ФГБУ «НИИ МТ» РАН, 2012. – С. 118–119.

3. Факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний / Р.С. Рахманов, В.Ю. Кропачев, И.Н. Колдунов, В.В. Чернушева // Современные способы профилактики. – Нижний Новгород, 2013. – С. 7–9.

4. Цфасман А.З. Железнодорожная медицина. Кардиология. – М., 1998. – С. 160–172.

Гигиеническое обоснование мероприятий по оздоровлению условий труда овощеводов защищенного грунта

А.Г. Мигачева

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей
и благополучия человека,
г. Саратов, Россия

Обеспечение безопасных условий труда является частью политики России в области охраны и укрепления здоровья работающего населения. В то же время доля работников, занятых во вредных условиях труда, воздействие которых может вызвать нарушения здоровья или профессиональные заболевания, за последние годы в организациях различных видов экономической деятельности выросла [1]. Самые высокие показатели профессиональной заболеваемости – 4,18 случая на 10 000 работников (второе место после добычи полезных ископаемых) в 2011 г. зарегистрированы в сельском хозяйстве, охоте и лесном хозяйстве [3].

Одной из ведущих отраслей сельскохозяйственного производства является овощеводство защищенного грунта, работники которого в процессе трудовой деятельности подвержены воздействию комплекса неблагоприятных производственных факторов (микроклиматический дискомфорт, производственный контакт с агрохимикатами и пестицидами, стимуляторами роста растений, дезинфицирующими средствами, высокая интенсивность и тяжесть трудового процесса), являющихся факторами риска для их здоровья [2].

Вместе с тем гигиенические характеристики условий труда в условиях внедрения интенсивных технологий выращивания тепличных культур, а также их влияние на состояние здоровья работающих остаются недостаточно изученными, что препятствует разработке адекватных организационных и медико-профилактических мероприятий для этой категории работающих.

Целью настоящих исследований являлось гигиеническое обоснование мероприятий по оздоровлению условий труда овощеводов защищенного грунта.

Материалы и методы. Были проведены исследования условий труда на одном из тепличных хозяйств Саратовской области с круглогодичным выращиванием овощных культур с применением гидропоники (минеральная вата). Исследования включали в себя оценку параметров микроклимата, загрязненности воздуха рабочей зоны вредными химическими веществами и аэрозолями фиброгенного действия, профессиографические и хронометражные данные трудовой деятельности при выполнении основных видов работ в динамике годового трудового цикла с применением общепринятых в гигиене труда методов. Гигиеническая оценка уровней факторов рабочей среды и трудового процесса была проведена в соответствии с Р 2.2.2006-05. Состояние здоровья овощеводов исследовано по результатам периодических медицинских осмотров.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что основными неблагоприятными факторами условий труда в теплицах при выполнении всех видов работ (посадка растений, их формирование, сбор урожая и уход за растениями, удаление растительной массы) является неблагоприятный микроклимат, загрязнение воздуха пылью и вредными веществами, тяжесть трудового процесса (таблица).

Гигиеническая оценка условий труда овощеводов в динамике годового трудового цикла по Р 2.2.2006-05

Вид работы	Фактор рабочей среды				Общая оценка
	химический	микроклимат	АПДФ	тяжесть труда	
Высадка рассады	2	3.1	–	3.3	3.3
Формирование растений	2	3.1	–	3.1	3.1
Сбор урожая и уход за растениями	3.1	3.3	2	3.2	3.3
Удаление растительной массы	3.1	3.4	3.1	3.2	3.4

В теплый период года в процессе посадки растений при наружной температуре воздуха +21,2±2,4 °С средняя температура в теплицах составляла 25,7±1,5 °С, максимальная +27,6 °С. Значения ТНС-индекса (тепловой нагрузки среды) поднимались до +24,3 °С, что на 2,5 °С превышало его допустимые величины для данной категории работ по тяжести (категория III) и соответствовало вредным условиям труда 1-й степени (класс 3.1). При формировании растений среднее

значение ТНС-индекса составляло 25,2 °С, что для данной категории работ по тяжести (категория IIа) соответствовало вредным условиям труда 1-й степени (класс 3.1). Сбор урожая и уход за растениями осуществлялись в один временной период работ, при этом в первой половине рабочего дня овощеводы занимались сбором урожая, а во второй – уходом за растениями. Исследования проводили при средней температуре наружного воздуха +20,3±2,2 °С. Значения ТНС-индекса в первой половине рабочего дня при сборе урожая превышали допустимый уровень на 4,2 °С, при уходе за растениями – на 5,2 °С, что позволило оценить условия труда с учетом тяжести работ овощеводов как вредные 3-й степени (класс 3.3). В отдельные дни при максимальных значениях температуры воздуха в теплицах, достигающих к полудню +36,3 °С, формировались микроклиматические условия, характеризующиеся повышением тепловой нагрузки среды до +35,5 °С, что соответствовало опасным (экстремальным) условиям труда. Завершающим этапом работ по выращиванию овощных культур было удаление растительной массы, которое производилось в течение одного рабочего дня (8 часов). Температура воздуха в теплицах (при температуре окружающего воздуха +28,5 °С) в этот период работ на 5–10 °С превышала наружную, а ТНС-индекс повышался до 29,0 °С, что было выше допустимых значений на 5,1 °С и соответствовало вредным условиям труда 4-й степени (класс 3.4).

Относительная влажность воздуха в теплицах колебалась в пределах от 44 до 93 %, превышая нормативные значения в 50 % случаев на 1–10 %. Подвижность воздуха в теплицах была ограничена и варьировалась от 0,01 до 0,1 м/с.

В холодный период года отмечалось менее значимое превышение допустимых значений как температуры, так и влажности воздуха. Однако по величине индекса тепловой нагрузки среды микроклиматические условия соответствовали вредным условиям труда 1-й степени (класс 3.1).

Для борьбы с вредителями и болезнями растений в хозяйстве использовались пестициды (инсектициды и фунгициды). Обработка пестицидами в теплицах осуществлялась в период ухода за растениями в вечернее время специальной группой по защите растений, при этом от 12 часов до суток теплицы оставались закрытыми. Работники входили в теплицу в начале следующего дня (не более чем через 12 часов), сроки безопасного выхода после обработки пестицидами в хозяйстве часто не соблюдались и овощеводы были подвержены воздействию пестицидов в течение всего года в концентрациях, превышающих ПДК в 1,1–2 раза (класс 3.1).

При исследовании воздушной среды в теплицах в период уборки растительной массы (срезание, подготовка к выбросу и удаление) в зоне дыхания работников обнаруживалась пыль растительного происхождения в концентрациях 4,7±1,1 мг/м^3, что превышало ПДК в 1,17 раза. Концентрация формальдегида в воздухе рабочей зоны при выполнении этого вида работ превышала ПДК от 1,1 до 2 раз. Условия труда по загрязненности воздуха рабочей зоны пылью и вредными веществами были отнесены к классу 3-й первой степени (класс 3.1).

Исследования трудового процесса показали, что основные рабочие операции выполнялись овощеводами вручную и характеризовались значительными физическими динамическими и статическими нагрузками при удержании и перемещении груза вручную массой более 10 кг и частыми (более 300 раз за смену) наклонами корпуса более 30 градусов. Тяжесть труда овощеводов при выполнении различных

видов работ в течение годового трудового цикла соответствовала вредным (тяжелым) условиям труда 1, 2-й и 3-й степеней (классы 3.1, 3.2 и 3.3).

Состояние здоровья овощеводов было проанализировано по результатам периодических медицинских осмотров, проведенных в 2007–2010 гг. Ежегодно обследовалось от 266 до 276 женщин-овощеводов. Средний возраст составлял 44 года, средней стаж работы в теплицах – 11 лет.

Выявлено, что индекс здоровья овощеводов колебался в пределах 80–85 %. Частота впервые выявленных у них соматических заболеваний в разные годы составляла от 152 до 201 на 1000 работниц.

В структуре выявленных у овощеводов заболеваний преобладали болезни системы кровообращения (от 13,8 до 36,5 %), органов дыхания (от 1,7 до 27 %), костно-мышечной системы и соединительной ткани (от 3,2 до 10,3 %), мочеполовой системы (от 11,1 до 32,8 %).

Из болезней системы кровообращения регистрировались гипертоническая болезнь, нейроциркуляторная и вегетососудистая дистония, варикозное расширение вен нижних конечностей. Среди заболеваний органов дыхания преобладали хронический бронхит, заболевания верхних дыхательных путей аллергической и не аллергической природы. Болезни костно-мышечной системы были представлены пояснично-крестцовой радикулопатией, остеохондрозом позвоночника, плечелопаточным периартрозом. Из болезней мочеполовой системы чаще встречались заболевания женских половых органов (эрозии и полипы шейки матки, кольпиты, кисты яичников и др.). Новообразования были представлены доброкачественными опухолями молочных желез, миомами матки.

Результаты исследований позволили заключить, что важнейшую роль в профилактике профессиональных и производственно обусловленных заболеваний овощеводов защищенного грунта должны иметь меры, направленные на предупреждение вредного воздействия нагревающего микроклимата, пестицидов, снижение тяжести трудового процесса.

В целях защиты работающих от возможного перегревания организма рекомендуется ограничивать время работы при температуре воздуха выше допустимых величин путем смещения начала рабочей смены на утренние или вечерние часы с низкой солнечной инсоляцией, сокращения длительности рабочего дня и введения адаптированных к условиям микроклимата регламентированных перерывов. Производственные паузы на отдых следует распределять равномерно в течение смены, при этом более короткие перерывы (5 мин) должны приходиться на первую половину смены, а более длительные (10 мин) – на вторую. При выполнении монотонных работ в неудобной и вынужденной позе (пикировка и посадка рассады, подвязка шпагата и др.) кроме вышеназванных перерывов необходимо устраивать микропаузы через каждые 7–10 мин работы, во время которых следует сменить рабочую позу, расслабить мышцы и сделать несколько расслабляющих упражнений.

Для профилактики воздействия пестицидов необходимо осуществлять их применение в теплицах только после проведения всех работ по уходу за растениями. При обработке следует строго соблюдать установленные для каждого препарата регламенты применения: продолжительность применения, кратность, нормы расхода и концентрации рабочих растворов пестицидов, сроки безопасного выхода

на обработанные площади для проведения работ. После обработки теплица должна закрываться. Время экспозиции должно соответствовать виду и назначению пестицида. Запрещается вход в теплицы ранее регламентированных сроков безопасного выхода людей на обработанные пестицидами площади. В случае производственной необходимости, а также при возникновении аварийных ситуаций вход в помещение теплицы в более ранние сроки должен допускаться только с использованием спецодежды, средств защиты органов дыхания и кожи.

Снижение тяжести и напряженности труда рекомендуется осуществлять в зависимости от конкретной организации труда путем механизации и автоматизации трудоемких операций, снижения интенсивности работы, рациональной организации рабочих мест, введения рационального режима труда и отдыха со сменой видов деятельности и чередования рабочих операций.

Выводы:

1. Условия труда овощеводов защищенного грунта характеризуются микроклиматическим дискомфортом, контактом с пестицидами, тяжестью трудового процесса, уровни которых классифицированы как вредные 1–4-й степеней (классы 3.1–3.4).

2. Воздействие вредных факторов может явиться фактором риска для здоровья овощеводов.

3. Приоритетными в комплексе профилактических мероприятий, направленных на сохранение здоровья овощеводов защищенного грунта, являются меры по нормализации параметров микроклимата и состояния воздушной среды, снижению тяжести трудового процесса.

Список литературы

1. Измеров Н.Ф., Бухтияров И.В., Прокопенко Л.В. Вопросы профессиональной заболеваемости: ретроспектива и современность // Профессия и здоровье: материалы XI Всероссийского конгрексса. – М.: ФГБУ «НИИ МТ» РАН, 2012. – С. 29–35.

2. Милова Л.Н., Назола Е.Н. К вопросу о проведении комплексной оценки условий труда и ее роли в формировании здоровья работающих в тепличном хозяйстве // Профессия и здоровье: материалы VII Всероссийского конгресса. – М.: ООО «Графикон», 2008. – С. 560–562.

3. О состоянии профессиональной заболеваемости в Российской Федерации в 2011 году: информационный сборник статистических и аналитических материалов. – М.: Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора, 2012. – 48 с.

Взаимосвязь маркеров дисфункции эндотелия и неспецифической иммунной реактивности при остеоартрозе у женщин, занятых физическим трудом

Н.Н. Малютина, М.С. Невзорова

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,
г. Пермь, Россия

Остеоартроз (ОА) – наиболее распространенное заболевание суставов, особенно среди женщин, являющееся одной из причин снижения или утраты трудоспособности. В Российской Федерации ОА диагностирован у 15 млн женщин трудоспособного возраста [9, 12]. Углубленное изучение патогенетических механизмов ОА необходимо для оптимальной стратегии ведения пациентов [11]. Такие сосудистые компоненты, как дисфункция микроциркуляции, расстройство трофики, являются определяющими при заболеваниях суставов [3]. Эндотелий сосудов – уникальный «эндокринный» орган, рассеянный по всему организму, обеспечивающий гомеостаз стенок сосудов. Роль дисфункции эндотелия (ДЭ) как компонента микроциркуляторных нарушений при ОА недостаточно изучена [2, 15]. ДЭ сопровождается нарушением равновесия между вазодилататорами и вазоконстрикторами, с активацией последних, что приводит к микроциркуляторным нарушениям [7, 8, 10]. Важными маркерами повреждения монослоя эндотелиальной выстилки сосудов являются десквамированные эндотелиоциты (ДЭЦ), васкулоэндотелиальный фактор роста (*VEGF*) [13]. Оксид азота (NO) – индикатор ДЭ, универсальный вазодилататор [13]. Дестабилизация равновесия в системе сосудистого эндотелия происходит под влиянием провоспалительных цитокинов [1, 4]. Однако механизм взаимосвязи «эндотелиального» и «воспалительного» звена недостаточно изучен. Важным считаем выявление ранних (доклинических) маркеров нарушения микроциркуляции и воспаления с оценкой их валидности [9]. Моноцитарный хемоаттрактантный протеин – 1 (MCP-1) – хемотаксический активатор макрофагов [14]. При выработке MCP-1 клетками паренхимы и активированными моноцитами происходит поражение клеток провоспалительными цитокинами и свободными радикалами, что способствует воспалению. MCP-1 действует подобно провоспалительным цитокинам и стимулирует ангиогенез подобно *VEGF* [14].

Взаимосвязь «эндотелиального» и «воспалительного» компонентов в патогенезе ОА изучена недостаточно, что и определило цель исследования.

Цель исследования – изучить взаимосвязи маркеров ДЭ и неспецифической иммунной реактивности, оценить операционные характеристики исследуемых показателей.

Материалы и методы. Исследование проведено в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации. В исследовании участвовало 68 пациенток с установленным в клинике диагнозом «остеоартроз». Женщины наблюдались на базе

Пермской краевой клинической больницы и НУЗ «ОКБ на станции Пермь-II»: 25 больных I группы в возрасте 49,0±0,64 г., стаж работы в профессии 22,5±1,12 г. – женщины, проживающие в сельской местности и работающие в сельскохозяйственной отрасли: доярки, телятницы; 43 больных II группы в возрасте 52,0±0,53 г., стаж работы в профессии – 28,23±7,59 г. – женщины, проживающие в городе и работающие в условиях промышленного производства (станочницы). Определяющим экзогенным физическим фактором прогрессирования ОА у женщин обеих групп является интенсивность труда (класс 3.2, «Руководство по гигиенической оценке факторов среды и трудового процесса, критерии и классификация условий труда» Р 2.2.2006-05). Отличия касались характера труда. У женщин, работающих в сельскохозяйственной отрасли, работа ассоциирована с домашним трудом. В I группе наблюдалось преимущественно поражение крупных суставов по типу полиостеоартроза с быстропрогрессирующим течением, преимущественно II, III рентгенологическая стадия по Келлгрену, Лоуренсу (1957), функциональная недостаточность суставов 1, 2, 3-й степени, во II группе – поражение преимущественно мелких суставов по типу моно-, олигоартрозов, с медленно прогрессирующим течением, в основном I рентгенологическая стадия, функциональная недостаточность 1-й степени. Группа сравнения состояла из 30 практически здоровых женщин, без признаков ОА, работающих в условиях физического перенапряжения, средний возраст – 48,0±0,45 г.

Проводилось общеклиническое и инструментальное обследование (рентгенологическое исследование пораженных суставов, компьютерная томография – по показаниям), специальные методы исследования: подсчет количества десквамированных эндотелиоцитов (ДЭЦ) в плазме крови по методу Hladovec (1978), изучались тесты оценки функционального состояния эндотелия в сыворотке крови методом ИФА на аппарате StatFax (США): уровень общего NO (SYSTEMS, США), концентрация *VEGF* («Вектор-Бест», г. Новосибирск), исследовался С-реактивный протеин (*CRP*) в сыворотке крови латексным методом, определялась концентрация МСР-1 в сыворотке («Вектор-Бест», Россия). Для оценки диагностической чувствительности (ДЧ) и диагностической специфичности (ДС), диагностической эффективности (ДгЭ) лабораторных показателей и возможности определения диагностических пределов по маркерам ДЭ неспецифической иммунной реактивности были построены кумулятивные кривые, найдены точки разделения показателей у обследованных групп пациентов [5].

Результаты обработаны при помощи пакета программ Statistica 7.0, Biostate. Статистическую обработку данных проводили методом вариационной статистики с применением *t*-критерия Стьюдента. Для описания полученных количественных признаков, имеющих нормальное распределение, использовалось среднее арифметическое (*M*) ± одно среднее квадратичное стандартное отклонение (σ). Для корреляционного анализа применялся расчет средних величин показателей корреляционных отношений для количественных признаков по Пирсону (*r*). Связь между показателями оценивалась как сильная при $r>0,7$, средней силы – при r от 0,3 до 0,7, слабая – при $r<0,3$. Различия между выборками считались статистически достоверными при значении для $p<0,05$.

Результаты и их обсуждение. Отсутствие достоверных отличий в I, II группах по ряду параметров (биохимических, функционального состояния эндотелия, неспецифического иммунного воспаления) позволило рассматривать их как единую группу. Вероятно, это связано с сопоставимостью групп по гендерному признаку, возрасту, стажу.

У обследованных пациенток с ОА диагностирован синдром ДЭ, проявляющийся увеличением количества ДЭЦ, уровня *VEGF*, снижением NO (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительный анализ показателей функционального состояния эндотелия у пациенток I, II групп, у больных ОА и в группе сравнения ($M \pm \sigma$)

Показатель	I группа (n = 25)	II группа (n = 43)	Больные ОА (n = 68)	Группа сравнения (n = 30)	p_1	p_2
NO, мкмоль/л	9,11±1,3	9,17±1,2	9,14±1,25	29,43±3,34	0,848	<0,001
ДЭЦ, 10^4/л	10,44±7,603	10,28±6,655	10,14±6,856	3,02±1,21	0,789	<0,001
VEGF, пг/мл	427,7±322,5	326,4±269,2	366,8±256,1	158,86±72,83	0,678	<0,001

Примечание: p_1 – достоверность отличий в I и во II группах, p_2 – достоверность отличий в единой группе и в группе сравнения.

Дисбаланс маркеров ДЭ вызывает преобладание вазоконстрикции, что ведет к нарушениям на уровне микроциркуляторного русла в параартикулярных областях, имеющим место в группе наблюдения.

CRP определялся у 14 работниц I группы, средний возраст 43,0±0,49 г., у 11 работниц II группы, средний возраст 53,0±0,89 г. Среднее содержание *CRP* в крови в I группе – 44,14±36,12 мг/л, во II группе – 64,73±31,84 мг/л (p = 0,150). Отсутствие отличий в группах и по данному параметру позволило объединить данные обеих групп. Достоверное повышение CRP в группе больных ОА женщин (до 52,24±33,58 мг/л) по сравнению с группой практически здоровых женщин (p = 0,03) обнаружено в 46,5 % случаев.

Нами исследован уровень MCP-1 у 20 больных I группы (средний возраст 48,0±0,89 г.), у 24 пациенток II группы (средний возраст – 45,0±0,89 г.), у 13 женщин группы сравнения (средний возраст 42,0±0,12 г.). Достоверных отличий в I, II группах по содержанию MCP-1 не обнаружено: 207,8±85,14 и 215,8± 83,94 соответственно (p = 0,78).

У больных ОА женщин выявлено достоверное повышение содержания в крови цитокина, стимулирующего хемотаксис моноцитов, макрофагов в зону воспаления – MCP-1 по сравнению с группой практически здоровых лиц в 91,7 % случаев: 154,5±77,5 и 219,1±85,68 пг/мл соответственно, что свидетельствует о стимуляции макрофагального воспалительного ответа при ОА (p = 0,029).

Определение MCP-1 позволяет выявить субклинически протекающее воспаление при отсутстствии клинических проявлений.

Показатели функционального состояния эндотелия продемонстрировали адекватные возможности для диагностики синдрома ДЭ с достаточно высокой степенью чувствительности, специфичности, эффективности (табл. 2).

Таблица 2

Операционные характеристики тестов определения функционального состояния эндотелия у больных ОА

Тест	Точка разделения	ДЧ, %	ДС, %	ДгЭ, %
NO, мкмоль/л	7	71,4	100	86,2
ДЭЦ, 10^4/л	5	89,7	85,8	88,4
VEGF, пг/мл	80	89	79	80

MCP-1 также демонстрирует достаточно высокие диагностические возможности.

ДЧ показателя MCP-1 при точке разделения 150 пг/мл составила 83,4 %, ДС теста – 76 %, ДгЭ – 75 %.

Установлено наличие прямой достоверной взаимосвязи между содержанием *VEGF* и количеством ДЭЦ (r = +0,62). Обнаружена обратная взаимосвязь между ДЭЦ и NO (r = –0,56), *VEGF* и NO (r = –0,45). Чем более выражена ДЭ, основным проявлением которой является снижение выработки NO, тем выше показатели, маркирующие непосредственное повреждение эндотелия. Выявлена взаимосвязь умеренной силы между *VEGF* и MCP-1 (r = 0,424). Повреждение эндотелия поддерживается неспецифическим иммунным воспалением.

Выводы. Таким образом, на основе корреляций уточнена патогенетическая взаимосвязь «эндотелиального» и «воспалителеньного» звена ОА. Установлено, что с увеличением активности неспецифического иммунного воспаления усугубляется дисбаланс маркеров ДЭ («Способ диагностики нарушений микроциркуляции по содержанию ДЭЦ», патент на изобретение № 2473087 от 20 января 2013 г.; «Способ диагностики нарушений микроциркуляции по уровню NO», патент на изобретение № 2472159 от 10 января 2013 г.), то есть хроническое воспаление создает условия для развития ДЭ. Доказано, что в период отсутствия клинически выраженного синовита уровень MCP-1 повышен, это позволяет использовать его в качестве раннего диагностичееского маркера неспецифического воспаления.

Список литературы

1. Владимирова Н.Н. Эндотелиальная дисфункция и гиперактивность провоспалительных цитокинов у пациентов с остеоартрозом коленных суставов на фоне сердечно-сосудистых заболеваний: автореф. дис. … канд. мед. наук. – М., 2012. – 24 с.

2. Волков А.В., Мач Э.С., Гусева Н.Г. Дисфункция эндотелия при системной склеродермии – клинико-патогенетические корреляции // Тер. архив. – 2008. – № 10. – С. 68–72.

3. Запрягаева М.Е., Мач Э.С. // Научно-практическая ревматология. – 2003. – № 3. – С. 60–62.

4. Карпунина Н.С., Туев А.В. С-реактивный протеин и цитокиновый спектр при сердечно-сосудистых заболеваниях // Пермский медицинский журнал. – 2011. – Т. 21, № 2. – С. 68–73.

5. Клинический диагноз – лабораторные основы / под ред. В.В. Меньшикова. – М.: Лабинформ, 1997. – С. 32–45.

6. Маркёры воспаления у пациентов циррозом печени с наличием инфекционных осложнений / Г.И. Сторожаков, Н.Н. Мерзликина, Л.Ю. Ильченко, И.Г. Федоров, Н.Н. Теребилина, Л.Ф. Панченко, В.Ю. Баронец // Архив внутренней медицины 2013. – Т. 1 (9). – 69–73.

7. Петрищев Н.Н., Беркович О.А. Диагностическая ценность определения десквамированных эндотелиоцитов в крови // Клиническая лабораторная диагностика. – 2001. – № 1. – 50–52.

8. Попова Л.А., Ваизова О.Е. Современные представления о сосудистом эндотелии с позиции общей теории систем // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 2. – Ч. 2. – С. 328–332.

9. Ревматология: национальное руководство / под ред. Е.Л. Насонова, В.А. Насоновой. – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2008. – 720 с.

10. Туев А.В., Аршин Е.В. Артериальная гипертензия и ассоциированный с ней ревматоидный артрит (эпидемиология, особенности патогенеза, диагностики и лечения). – Пермь: Пресстайм, 2010. – 386 с.

11. Doherty M., Jones A., Cawston T.E. Osteoarthritis. – Oxford University Press, 1998. – P. 1515–1553.

12. Medical management of osteoarthritis: Clinical review / K. Walker-Bone, K. Javaid, N. Arden, C. Cooper // BMJ. – 2000. – Vol. 321. – P. 936–940.

13. Meigs J.B., Rifai N. Biomarkers of endothelial dysfunction // JAMA. – 2004. – № 297. – P. 1978–1986.

14. Satish L. Deshmane, Sergey Kremlev, Shohreh Amini, Bassel E. Sawayal. JOURNAL OF INTERFERON & CITOKINE RESEARCH. – 2009. – Vol. 29. – P. 3313–3326.

15. Simon B., Noll B, Maish B. // Herz. – 1999. – № 24. – P. 62–71.

Актуальные проблемы гигиены труда в сфере управления профессиональным риском

Г.Т. Айдинов[2], А.В. Гончаров[1], Т.А. Тимашова[2], Д.Г. Кочубей[1], А.П. Коновалов[1]

[1]Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области»,
[2]Ростовский государственный медицинский университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Юридические лица и индивидуальные предприниматели при осуществлении ими деятельности в целях профилактики профессиональной заболеваемости обязаны проводить санитарно-противоэпидемические мероприятия в соответствии с требованиями действующего санитарного законодательства.

Плановые надзорные мероприятия, осуществляемые Управлениями Роспотребнадзора по субъектам РФ, проводятся один раз в три года, что явно недостаточно с профилактических позиций. Кроме того, выявляемость профессиональных заболеваний, особенно на ранних стадиях, невелика, что свидетельствует о низком качестве периодических медицинских осмотров.

Таким образом, существующие мероприятия по профилактике профессиональной заболеваемости, а также управлению профессиональными рисками неэффективны, что является актуальной проблемой в гигиене труда до настоящего времени.

Профессиональный риск – это вероятность повреждения (утраты) здоровья или смерти, связанная с исполнением обязанностей по трудовому договору (контракту) и в иных установленных законом случаях. Нормативная база по управлению профессиональным риском несовершенна.

Согласно Федеральному закону № 125-ФЗ от 24.07.1998 г. (ред. от 29.02.2012 г.) «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» страхователем (работодателем) страховщику уплачиваются страховые взносы исходя из страхового тарифа с учетом скидки или надбавки, устанавливаемых страховщиком. Страховые тарифы дифференцируются по классам профессионального риска. Размер скидки или надбавки рассчитывается по итогам работы страхователя за три года и устанавливается страхователю с учетом состояния охраны труда (включая результаты аттестации рабочих мест по условиям труда, проведенных обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров) и расходов на обеспечение по страхованию.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ № 713 от 01.12.2005 г. (ред. от 31.12.2010 г.) «Об утверждении Правил отнесения видов экономической деятельности к классу профессионального риска» класс профессионального риска определяется исходя из величины интегрального показателя профессионального риска, учитывающего уровень производственного травматизма, профессиональной заболеваемости и расходов на обеспечение по страхованию, сложившийся по видам экономической деятельности страхователей.

Согласно Постановлению Правительства РФ № 524 от 30.05.2012 г. «Об утверждении Правил установления страхователям скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» сведения о результатах аттестации рабочих мест по условиям труда и проведенных обязательных предварительных и периодических медицинских осмотрах отражаются страхователем в отчетности по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, представляемой страховщику по месту регистрации страхователя по форме, утверждаемой Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации.

Фактически следствием неблагоприятных условий труда, не соответствующих установленным нормативам, является увеличение величины страховых тарифов, уплачиваемых страхователем (работодателем), что должно создавать экономическую заинтересованность страхователей в снижении профессионального риска. Однако в профилактике профессиональных заболеваний подобный механизм, на наш взгляд, не играет существенной роли. Финансовые затраты на проведение мероприятий по оздоровлению условий труда (вентиляция, СИЗ, автоматизация вредных технологических процессов, медицинские осмотры, аттестация рабочих мест и многие другие) явно намного больше, чем на уплату надбавок к страховым тарифам, учитывая требования Приказа Минздравсоцразвития РФ № 181н от 01.03.2012 г. «Об утверждении Типового перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению профессиональных рисков», а также санитарных правил и норм и иных нормативных документов в области охраны труда.

В связи с этим возникает необходимость в дополнительном механизме управления профессиональными рисками, т.е. ограничении влияния до ПДК, ОБУВ, ПДУ вредного производственного фактора. Например, возможно создание дополнительных способов обязывания работодателя устранять нарушения норм охраны труда на рабочих местах и предоставлять страховщику акт об устранении нарушений, оформ-

ляемый и утверждаемый компетентными надзорными органами и учреждениями, дополнительного увеличения страховых тарифов или принятия мер административного характера (наложение штрафов на страхователя (работодателя) вплоть до приостановления деятельности объекта) в случае неустранения нарушений в течение определенного срока.

Кроме того, вопросы охраны труда должны решаться путем реализации ежегодных региональных программ по оздоровлению условий труда, включающих определение проблемных сфер, первоочередных задач, в том числе по конкретным объектам, а также определение источников финансирования на выполнение программы.

Выводы:

1. Существующие мероприятия по профилактике профессиональной заболеваемости, а также по управлению профессиональными рисками неэффективны.

2. В профилактике профессиональных заболеваний механизм возрастания величины страховых тарифов, уплачиваемых страхователем (работодателем), не играет существенной роли.

3. Необходимо создание дополнительных способов обязывания работодателя устранять нарушения норм охраны труда на рабочих местах. Например, предоставлять страховщику акт об устранении нарушений, оформляемый и утверждаемый компетентными надзорными органами и учреждениями, дополнительно увеличивать страховые тарифы или принимать меры административного характера (наложение штрафов на страхователя (работодателя) вплоть до приостановления деятельности объекта) в случае неустранения нарушений в течение определенного срока.

4. Вопросы охраны труда должны решаться также путем реализации ежегодных региональных программ по оздоровлению условий труда.

Раздел IV

Актуальные проблемы эпидемиологии

Об эпидситуации по энтеровирусной инфекции в Ростовской области в 2013 г.

М.М. Швагер, М.В. Говорухина, О.А. Самарина, А.В. Полонский

Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области», г. Ростов-на-Дону, Россия

В Ростовской области случаи заболевания энтеровирусной инфекцией (ЭВИ), в том числе энтеровирусным менингитом (ЭВМ), регистрируются ежегодно и за последние 5 лет (2008–2012 гг.) выявлено 126 случаев ЭВИ, показатель на 100 тыс. населения 2,93, в из них 42 случая ЭВМ, или 0,97 на 100 тыс. населения. Из числа зарегистрированных случаев заболеваемости ЭВИ 70,6 % составляют дети до 17 лет. В 19 (21,3 %) случаях у детей зарегистрирован ЭВМ. За анализируемый период зафиксирован 1 (2,4 %) летальный исход от ЭВМ в 2009 г.

Случаи заболевания ЭВИ регистрировались в области и в прошлом столетии, еще до включения этой нозологической патологии в формы № 1, 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях», с регистрацией в отдельные годы на фоне спорадической заболеваемости, групповых случаев и вспышек.

Так, в 1979 г. в г. Волгодонске была выявлена повышенная заболеваемость в июле – августе среди детей дошкольного возраста, в основном 3–6 лет. Было установлено, что заболевания возникли при купании детей в городском фонтане, в воде которого выделен энтеровирус, что подтверждает условия заражения детей.

В 1989 г. зарегистрирована вспышка ЭВИ в Песчанокопском районе Ростовской области с выделением энтеровирусов у заболевших из фекалий, спинно-мозговой жидкости. Случаи заболевания также были связаны с купанием детей в открытом водоеме с последующим распространением инфекции в семейных очагах по контактно-бытовому пути с вовлечением в эпидпроцесс взрослого населения.

Последняя групповая заболеваемость была зарегистрирована в одном из детских дошкольных учреждений Сальского района Ростовской области с 9 лабораторно подтвержденными случаями и контактно-бытовым путем передачи инфекционного начала.

В марте – апреле 2013 г. в Ростовской области было зафиксировано 3 случая ЭВИ, все по г. Ростову-на-Дону. Однако при благополучной эпидситуации в апреле – мае текущего года по острым кишечным инфекциям и инфекциям верхних дыхательных путей множественной и неутонченной этиологии в целом по области и отдельно по г. Ростову-на-Дону резко осложнилась эпидобстановка по ЭВИ.

Это осложнение связано с локальной вспышкой ЭВИ среди детей в муниципальном бюджетном дошкольном образовательном учреждении (МБДОУ) «Теремок» в Ростове-на-Дону, возникшей в результате переуплотненности учреждения почти в 2 раза от его проектной мощности, грубых нарушений санитарно-противоэпидемического режима, сокрытия заболеваний среди обслуживающего персонала и детей, нарушения режима текущей дезинфекции с воздушно-капельным (воздуш-

но-пылевым) и контактно-бытовым путями передачи. Из этого МБДОУ произошли заносы в другие территории области – г. Шахты, Сальск, Таганрог, Азов, а также Аксайский, Каменский районы.

В течение июня случаи с подозрением на ЭВИ были зарегистрированы на 18 территориях, а на 2 сентября текущего года заболевания ЭВИ с лабораторным подтверждением диагнозов – на 27 территориях с показателем 12,4 на 100 тыс. населения, причем во всех 15 городах областного подчинения и 12 из 43 сельских районов. У 81 человека заболевание протекало в тяжелой форме с проявлениями менингеальных симптомов, им был поставлен диагноз «серозный менингит энтеровирусной этиологии». В 2 случаях зарегистрированы летальные исходы, что составило 0,4 % от числа ЭВИ и 2,5 % от числа ЭВМ.

Наибольшее количество случаев ЭВИ зафиксировано в г. Ростове-на-Дону – 278, или 52,05 % от заболеваемости по области. 9 % больных ЭВИ от областного показателя проживали в г. Таганроге. На остальных 25 территориях было от 0,2 до 3,5 % случаев.

Помимо вспышки в МБДОУ «Теремок» с количеством заболевших 83 человека были зарегистрированы групповые заболевания еще в нескольких МБДОУ г. Ростова-на-Дону и Азовского, Егорлыкского, Неклиновского, Октябрьского районов, г. Азов и Волгодонск.

Для ликвидации повышенной заболеваемости ЭВИ в области, стабилизации эпидпроцесса в городах и районах был проведен комплекс специальных противоэпидемических мероприятий и при личном участии руководителя Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителя и благополучия человека Г.Г. Онищенко разработан алгоритм действий по локализации очагов ЭВИ с привлечением двух научно-исследовательских институтов эпидемиологического профиля в г. Ростове-на-Дону (РостНИПЧИ и РостовНИИМП) и Нижегородского НИИЭМ им. академика И.Н. Блохиной, ЦНИИЭ, г. Москва, и других НИИ Российской Федерации. На круглосуточный режим работы была переведена вирусологическая лаборатория, организовано и обеспечено дежурство эпидемиологов в выходные дни ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области» и его филиалов.

По результатам секвенирования биоматериалов от больных и объектов внешней среды вышеуказанных НИИ отмечена циркуляция в Ростовской области следующих возбудителей: энтеровирус 71 типа С4, Коксаки А16, Коксаки А4, Коксаки А6, ЕСНО 11, ЕСНО 30. В связи с этим у больных заболевание ЭВИ протекало с различными клиническими проявлениями – герпангина, афтозного стоматита, с менингеальными симптомами, экзантемой полости рта и конечностей, увеитом, респираторным синдром и гастроэнтероколитом, при наличии у всех пострадавших фебрильной лихорадки, что затрудняло правильную постановку первоначального диагноза «ЭВИ – “подозрительный” случай» или «ЭВИ – “вероятный” случай».

В нашей вирусологической лаборатории энтеровирус 71 типа С4 из числа лабораторно подтвержденных установлен в 23,4 %. Количество контактных в очагах составило 22366 человек, выявлен 41 вирусоноситель, исследовано 70 смывов пищевых продуктов, 220 проб водопроводной, 150 проб сточной, 60 проб речной и морской воды, при этом положительные находки были выявлены в сточной воде в 4 пробах (2,7 %) (по 2 пробы в г. Ростове-на-Дону и Азове). По датам регистрации заболеваемости ЭВИ в области представлена в количестве 39,1 % в июне, 45,9 %

в июле и 15 % в августе. А в г. Ростове-на-Дону (с наибольшей заболеваемостью) она фиксировалась следующим образом: 42,9 % в июне, 46,03 % в июле и 11,07 % в августе. Помесячное распределение заболеваемости свидетельствует о стабилизации эпидпроцесса и в области, и в Ростове-на-Дону с регистрацией больных ЭВИ, возвратившихся с мест отдыха в Крыму, Черноморском побережии Кавказа – из г. Анапа, Геленджик, Туапсе, п. Архипо-Осиповка, Лазаревское.

В настоящее время нами уделяется первостепенное внимание предупреждению заносов в школы, для чего в августе были проведены выездные семинары для руководителей образовательных учреждений и медицинского персонала с освещением вопросов своевременного выявления больных, мерах профилактики и дезинфекции в очагах. Активизирована санитарно-просветительская работа с разработкой наглядной агитации для детей, родителей и персонала детских дошкольных и подростковых учреждений.

Таким образом, осложнение эпидемической ситуации возникло из-за несвоевременной клинической диагностики ЭВИ, с циркуляцией нескольких серотипов энтеровирусов среди больных и объектов внешней среды, максимальной регистрацией заболеваемости ЭВИ и ЭВМ в июне – июле, ее снижением до спорадического уровня в августе и возвращению к благополучному состоянию по отношению к среднему многолетнему уровню к ноябрю 2013 г.

Применение мультилокусного секвенирования для наблюдения за циркулирующими штаммами *C. diphtheriae* и *B. pertussis*

А.С. Пименова, И.А. Чагина, О.Ю. Борисова

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Московский научно-исследовательский институт
эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты
прав потребителей и благополучия человека,
г. Москва, Россия

В последнее время одним из перспективных методов молекулярно-генетического типирования патогенных микроорганизмов является мультилокусное секвенирование (*MLST – multilocussequencetyping*) [3], который модифицирован для целого ряда возбудителей инфекционных заболеваний. Метод обладает высокой дискриминирующей способностью, позволяет выявлять генетические различия и оценивать клональный состав циркулирующих популяций возбудителей. Огромным преимуществом *MLST* является то, что результаты исследований публикуются в общедоступной базе данных (http: //mlst.net/), что дает возможность проведения

точного генетического типирования вновь выделенных штаммов, позволяет сопоставить полученные данные и провести филогенетический анализ в популяции штаммов возбудителя.

Цель исследования – молекулярно-генетическое типирование штаммов *C. diphtheriae* и *B. pertussis*.

Материалы и методы. Объектом исследования являются токсигенные штаммы *C. diphtheriae* и *B. pertussis*, выделенные в ЛПО и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» в различных субъектах Российской Федерации и присланные в Референс-центр по мониторингу за возбудителями кори, краснухи, эпидемического паротита, дифтерии и коклюша ФБУН МНИИЭМ им. Г.Н. Габрического Роспотребнадзора.

В работе изучено 28 токсигенных штаммов *C. diphtheriae* (20 штаммов *биовараgravis* и 8 штаммов *биовараmitis*), выделенных от больных дифтерией в 2002–2012 гг., и 71 штамм *B. pertussis*, полученный от больных коклюшем в период с 2005 по 2011 г. В исследование также включены контрольные типовые штаммы: производственный вакцинный штамм *C. diphtheriae*PW8, 3 вакцинных штамма *B. pertussis*, используемых для производства АКДС-вакцины в Российской Федерации (из коллекции ФГБУ «Научный центр экспертизы средств медицинского применения» Минздравсоцразвития РФ) и токсигенный контрольный штамм *C. diphtheriae биовараgravis* № 665 (из коллекции ФБУН МНИИЭМ им. Г.Н. Габричевского Роспотребнадзора).

Микробиологическое исследование. Изучение штаммов *C. diphtheriae* проводили согласно МУ 4.2.698-98 «Лабораторная диагностика дифтерийной инфекции». Исследуемый материал засевали на кровяно-теллуритовую среду. Токсигенные свойства оценивали в реакции преципитации в геле. У выделенных культур определяли цистиназную, уреазную, сахаролитическую и нитратредуктазную активности. Биовар устанавливали путем изучения амилазной активности (способности разлагать крахмал). Исследование штаммов *B. pertussis* проводили согласно «Инструкции по бактериологическому и серологическому исследованиям при коклюше и паракоклюше» (1983). Патологический материал засевали на казеиново-угольный агар (КУА). У выделенных культур изучали морфологические, культуральные, тинкториальные и серологические свойства.

Генотипирование. Выделение ДНК штаммов *C. diphtheriae* и *B. pertussis* осуществляли методом кипячения. Генотипирование штаммов *C. diphtheriae* с помощью мультилокусного секвенирования ДНК (*MLST – multilocussequencetyping*) проводили согласно [2] с последующей модификацией на основе секвенирования фрагментов семи генов, являющихся генами «домашнего хозяйства» (*house-keepinggenes*), – *atpA* (*ATP – synthasealphachain*), *dnaE* (*DNApolymeraseIIIalphasubunit*), *dnaK* (*chaperoneprotein*), *fusA* (*elongationfactorG*), *leuA* (*2-isopropylmalatesynthase*), *odhA* (*2-oxoglutaratedehydrogenase E1 and E2 components*) и *rpoB* (*DNA-direct-RNApolymerasebetachain*). Генотипирование штаммов *B. pertussis* проводили по оптимизированному варианту *MLST*, который основан на идентификации фрагментов трех генов, кодирующих основные факторы патогенности возбудителя: фрагмент *ptxA*гена, кодирующего *S1* субъединицу КТ; фрагмент *ptxC*гена, кодирующего *S3* субъединицу КТ; фрагмент *tcfA*гена, кодирующего фактор колонизации трахеи [1,4]. Идентификацию аллелей и сиквенс-типов штаммов осуществляли согласно международной базе данных *EMBL*/*GenBank* (http:

//www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez) и международной базе данных *MLST – PubMLST* (http: //pubmlst.org/). Для кластерного анализа использовали программу построения дерева минимальных расстояний (*minimumspanningtree*) на основе аллельных профилей с помощью *eBurstversion 3* (http: //eburst.mlst.net/).

Результаты и их обсуждение. Среди изученных токсигенных штаммов *C. diphtheriae*, выделенных в России в 2002–2012 гг., большинство (71,4 %) по-прежнему принадлежит к *биоварygravis*. Сотрудниками лаборатории диагностики дифтерийной и коклюшной инфекций впервые проведено секвенирование фрагментов семи генов (*atpA, dnaE, dnaK, fusA, leuA, odhA* и *rpoB*) у 28 токсигенных штаммов *C. diphtheriae* с последующей идентификацией аллельного профиля каждого штамма. В соответствии с полученными при секвенировании данными, для каждого штамма составлены аллельные профили, представляющие собой перечисление номеров аллелей в порядке – *atpA, dnaE, dnaK, fusA, leuA, odhA* и *rpoB* и определяющие его сиквенс-тип (*ST* – sequencetype). Все изученные штаммы *C. diphtheriae* были разделены на 8 генотипов или сиквенс-типов – *ST41, ST5, ST8, ST28, ST25, ST44* и два новых *ST-new1, ST-new2*. Из них согласно [2], *ST41* соответствовал 2-9-22-13-3-3-3 аллельный профиль, *ST5* – 2-4-4-1-3-3-5 профиль, *ST8* – 3-5-6-5-3-3-6 профиль, *ST28* – 2-9-3-13-3-3-3 профиль, *ST25* – 5-6-7-6-6-3-8 профиль, ST44 – 14-2-23-4-2-14-2 профиль. Доминирующими были три сиквенс-типа – *ST8, ST28* и *ST-new1*. Так, среди изученных современных штаммов *C. diphtheriae* 50,0 % входили в группу *ST8*, 5 (17,9 %) – к *ST28*, 4 (14,9 %) – к *ST-new1*, 2 (7,1 %) – к *ST5* и по одному штамму – к *ST41, ST25* и *ST-new2*. Производственный вакцинный штамм *C. diphtheriae* PW8 характеризовался *ST44*. Штаммов с подобным сиквенс-типом среди современных штаммов *C. diphtheriae* нами не было обнаружено. К *ST25* принадлежал и контрольный токсигенный штамм *C. diphtheriae биовараgravis* № 665, выделенный еще в 1960-е гг. Кроме того, 5 современных токсигенных штаммов *C. diphtheriae* принадлежали к двум новым сиквенс-типам, которые ранее не были зарегистрированы в базе данных *MLST*. При анализе принадлежности штаммов *C. diphtheriae* разных биоваров к сиквенс-типам оказалось, что для большинства штаммов *биовараgravis* характерным был *ST8* (70,0 %). В то время как штаммы *C. diphtheriaeбиовараmitis* более гетерогенны по аллельным профилям и принадлежали к трем сиквенс-типам – *ST41, ST28* и *ST5*, из которых большинство штаммов *биовараmitis* были *ST28*. Для оценки филогенетических взаимоотношений между изученными штаммами *C. diphtheriae* и уточнения времени их дивергенции 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. Анализ полученных данных и визуализация филогенетических отношений осуществлялись путем построения дендрограммы с помощью *eBurstversion 3* (http: //eburst.mlst.net/). Кластерный анализ токсигенных штаммов *C. diphtheriae* показал клональную структуру популяции возбудителя дифтерии. Видно, что все изученные штаммы разделились на два клональных комплекса. Все современные токсигенные штаммы *C. diphtheriae* оказались объединенными в один клональный комплекс (*ST5, ST8, ST-new1, ST-new2, ST28* и *ST41*). Второй «клональный комплекс» включил в себя контрольный токсигенный штамм *C. diphtheriae* № 665, выделенный в 1960-е гг., и производственный вакцинный

штамм *PW8*. В первом «клональном комплексе» наиболее ранее в эволюционном отношении происхождение имеют штаммы *C. Diphtheriae ST28* и *ST41*, а наиболее позднее – *ST8* и *ST5*, *ST-new1* и *ST-new2*, которые ранее не были зарегистрированы, заняли промежуточное положение.

При мультилокусном секвенировании (*MLST*) штаммов *B. Pertussis* нами выявлены аллели, формирующие четыре сиквенс-типа – *ST-1*, *ST-2*, *ST-3* и *ST-5*, из которых *ST1* соответствовал *ptxA4*, *ptxC1*, *tcfA2* аллельный профиль, *ST2* – *ptxA2*, *ptxC1*, *tcfA2* профиль, *ST-3* – *ptxA1*, *ptxC1*, *tcfA2* профиль и *ST5* – *ptxA1*, *ptxC2*, *tcfA2* профиль [4]. Среди выявленных сиквенс-типов *ST-1* и *ST-2* являются старыми «вакцинными» типами, а *ST-3* и *ST-5* – новыми «невакцинными» типами. 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 %) штаммов имели сиквенс-тип *ST-5*, 7,0 % штаммов – *ST-3*, 1,4 % – *ST1*, 4,2 % – *ST2*, 1,4 % – *ST8*. Следовательно, в последние годы в нашей стране циркулирующая популяция штаммов *B. pertussis* в основном представлена штаммами с новой клональной структурой – *ST-5*. Анализ полученных в *MLST* данных и визуализация филогенетических отношений осуществлялись путем построения дендрограммы с помощью программного обеспечения MEGA 5.0 (Molecular Evolutionary Genetics Analysis). Для проведения первичной оценки эволюционных связей между штаммами *B. pertussis* различных сиквенс-типов нами был выбран метод присоединения (связывания) ближайших соседей (*NJ*). Метод связывания ближайших соседей (Neighbour-joining – *NJ*) является самым распространенным дистанционно-матричным методом построения дендрограмм. Важно отметить, что при его использовании в создании матрицы учитываются различия в скоростях эволюции последовательностей. Полученная дендрограмма демонстрирует динамику формирования популяции и показывает, что наиболее ранее в эволюционном отношении происхождение имеет *ST1*, далее последовательно появились штаммы *ST2* и *ST3*. Наиболее позднее происхождение имеет клональный комплекс *ST5*-*ST8*.

Выводы. Использование *MLST* позволило охарактеризовать современные циркулирующие популяции штаммов *B. pertussis* и токсигенных штаммов *C. diphtheriae*, а также показало перспективность применения этого метода для характеристики популяций и выявления эпидемически значимых штаммов этих возбудителей (клональных комплексов). Кластерный и филогенетический анализ результатов *MLST* продемонстрировал высокий адаптационный потенциал штаммов возбудителей дифтерийной и коклюшной инфекций. Дальнейшее применение *MLST* для генотипирования штаммов *B. Pertussis* и *C. diphtheriae* позволит проследить взаимосвязь между штаммами, циркулирующими на разных территориях страны, сопоставить их с генетической структурой зарубежных штаммов, а также понять механизмы изменчивости этих возбудителей.

Список литературы

1. Динамика изменчивости основных генов патогенности штаммов *Bordetellapertussis*, выделенных от больных коклюшем в г. Москве (1948–2005 гг.) / И.К. Мазурова, О.Ю. Борисова, С.Ю. Комбарова и др. // Журнал молекулярной медицины. – 2008. – № 1. – С. 40–45.

2. Multilocus sequence typing identifies evidence for recombination and two distinct lineages of C. diphtheriae / F. Bolt, P. Cassiday, M. Tondella et al. // J. Clin. Microbiol. – 2010. – Vol. 48 (11). – P. 4177–4185.

3. Multilocus sequence typing: a portable approach to the identification of clones within populations of pathogenic microorganisms / M. Maiden, J. Bygraves, E. Feil et al. // Proc. Natl. Acad. Sci. – 1998. – Vol. 95 (6). – P. 3140–3145.

4. Multilocus sequence typing of Bordetella pertussis based on surface protein genes / I. van Loo, H.M. Heuvelman, C. J. King et al. // J. ClinMicrobiol. – 2002. – Vol. 40. – P. 1994–2001.

Эпидемиологическая оценка заболеваемости туберкулезом в городе Череповце

Л.Ш. Петрова, Е.В. Квашнина, А.С. Докичева

Территориальный отдел Управления Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия
человека по Вологодской области,
г. Череповец, Россия

Заболеваемость туберкулезом представляет традиционно глобальную проблему, все еще далекую от решения.

В настоящее время *M. tuberculosis* инфицирована примерно треть населения Земли, и примерно каждую секунду возникает новый случай инфекции. Доля людей, которые заболевают туберкулёзом каждый год во всем мире, не изменяется, однако из-за роста численности населения абсолютное число новых случаев продолжает расти. Кроме того, всё больше людей в развитых странах заражаются туберкулёзом, потому что их иммунная система ослабевает из-за приёма иммуносупрессивных препаратов, злоупотребления психоактивными веществами и особенно при ВИЧ-инфекции. Распространение туберкулёза неравномерно по всему миру, около 80 % населения во многих азиатских и африканских странах имеют положительный результат туберкулиновых проб. По некоторым данным, на территории России тубинфицированность взрослого населения приблизительно в 10 раз выше, чем в развитых странах.

По данным Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации, в России каждый день на туберкулез обследуются 240 тысяч россиян, из них у 320 человек диагностируется туберкулез. Ежедневно в России 240 больных излечиваются от туберкулеза, 24 – прерывают начатое лечение, 72 человека умирают от туберкулеза.

В Череповце среди детей до 17 лет заболеваемость впервые выявленными формами туберкулёза находится на неудовлетворительном уровне, ежегодно реги-

стрируется от 2 до 5 случаев выделения микобактерий туберкулеза, что является неблагоприятным признаком эпидемического процесса. В последние годы выявлен стабильно высокий уровень заболеваемости туберкулезом как на всей территории РФ, так и на территории Вологодской области.

Анализ уровней заболеваемости туберкулезом показал, что до 20 % всех зарегистрированных случаев на территории Вологодской области в период с 2007–20011 гг. приходится на долю г. Череповца, что говорит о высоком уровне заболеваемости на данной территории.

Основное количество заболеваемости туберкулезом составляют взрослые – 97 %. Ежегодное распределение заболевших по возрастным категориям остается стабильным, т. е. поражены преимущественно взрослые, значительно ниже заболеваемость в возрастных группах 0–17 лет, всего 3 %.

Возрастная структура определяет и социальную структуру – 47 % среди заболевших людей – неработающие, большая часть которых являются асоциальными личностями: лица, употребляющие наркотические средства, алкоголь, находящиеся в местах лишения свободы, без определенного места жительства и т.д., это связано с ослаблением иммунной системы, отсутствием сформированного гигиеническое сознания. Несомненно, эти данные свидетельствуют об отчетливом и обширном накоплении в г. Череповце источников туберкулезной инфекции, стойком существовании резервуара в популяции и появлении запущенных форм туберкулеза. Установлено также, что немалый удельный вес заболеваемости (19 %) приходится на работающее население, это говорит о том, что туберкулез не только проблема здравоохранения, но и социально-экономическая проблема, так как приводит к снижению трудоспособности населения, увеличению материальных отчислений на лечение больных. На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что риск возникновения заболеваемости туберкулезом велик для всей популяции.

В рамках научной работы были изучены данные по охвату населения флюорографическими обследованиями. Охват находится на достаточно высоком уровне: так, в 2011 г. – 98,73 %, но имеется доля (1,27 %) не обследованных более двух лет, что приводит к увеличению числа «скрытых» источников инфекции, регистрации более тяжелых форм заболевания и отражается на росте заболеваемости туберкулезной инфекцией.

В динамике за последние годы произошло снижение количества людей, не охваченных флюорографическим обследованием, с 5,9 до 1,27 %.

Систематически осуществляется надзор за проведением профилактических и противоэпидемических мероприятий, что позволяет в определённой мере сдерживать эпидемическую ситуацию по туберкулёзу. В 2011 г. план проведения профилактических прививок против туберкулёза выполнен на 100 %, в том числе у новорожденных – на 99 %. Охват новорожденных вакцинацией в 2011 г. составил 96,5 %, ревакцинировано в 7 лет – 99,9 %, в 14 лет – 99,9 %. Обследование детей на туберкулез по р. Манту на протяжении последних лет остается на высоком уровне.

Проанализировав эпидемиологическую ситуацию по заболеваемости туберкулезом, можно сделать вывод, что строгое исполнение Закона «О противотуберкулезной помощи населению и предупреждении распространения туберкулеза в Вологодской области», осуществление дальнейшего эффективного государственного санитарно-эпидемиологического надзора, использование современных дезин-

фекционных средств, оценка эффективности лечения больных туберкулезом, сведение к минимуму действия отрицательных социальных факторов, психоэмоциональных стрессов, внедрение в массы полноценного сбалансированного питания, пристальное внимание к продолжающимся миграционным процессам, контроль инфекционного статуса людей из мест лишения свободы, широкое использование средства массовой информации для пропаганды здорового образа жизни у населения, укрепления здоровья и настороженности к данной инфекции в совокупности с другими профилактическими и противоэпидемическими мероприятиями – оказывают сдерживающее влияние на течение эпидемического процесса туберкулеза не только среди людей, относящихся к группам риска, но и среди всего населения г. Череповца.

Состояние заболеваемости корью, коклюшем, дифтерией и столбняком в России на современном этапе

Л.В. Ошева, В.Г. Макарова, О.Ю. Устинова

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,
г. Пермь, Россия

На современном этапе развития общества весь мир рассматривает вакцинацию как наиболее экономичный и доступный способ борьбы с инфекциями и как средство достижения активного долголетия для всех социальных слоев населения развитых и развивающихся стран. Тем не менее на многих территориях после начала программы массовой вакцинопрофилактики периодически происходят локальные вспышки инфекционных заболеваний. Причиной «возвращения» многих болезней считается неблагоприятное влияние комплекса социально-экономических факторов, в том числе и свертывание программ иммунизации населения, приводящих к формированию низкой иммунной прослойки. Так, в период эпидемического подъема заболеваемости дифтерией в Российской Федерации с 1990 по 2001 г. с пиком в 1994 г. (показатель заболеваемости – 26,8) заболело дифтерией свыше 118 тыс. человек, из них 38,5 тыс. детей, умерло свыше 3,2 тыс. заболевших, в том числе 778 детей. Самые высокие уровни заболеваемости зарегистрированы в крупных промышленных центрах с высоким миграционным потоком: Москве (28,3 на 100 тыс.), Санкт-Петербурге (51,7), Приморском крае (42,5), Ленинградской (36,9), Тверской (25,3) и Новгородской (23,5) областях. Высокие показатели заболеваемости были зафиксированы в Калининградской, Курской, Саратовской областях и Краснодарском крае. Заболеваемость на этих административных территориях выросла в 5–10 раз, в 4 раза, по сравнению

с 1992 г., увеличилось число больных в Тюменской, Омской и Томской областях. В то же время остается малоизученным воздействие техногенного загрязнения окружающей среды как на формирование специфического иммунного ответа, так и на утрату поствакцинального иммунитета.

С 2005 г. на фоне стабильно высокого охвата вакцинацией населения в стране регистрируется спорадическая заболеваемость дифтерией, что свидетельствует о стабилизации эпидемического процесса дифтерийной инфекции. Показатель заболеваемости составляет 0,01 на 100 тыс. населения. В отдельные годы данные по заболеваемости в некоторых территориях (Оренбургская область – 2007–2008 гг., Челябинская область – 2006 г., Омская область – 2006–2007 гг.) превышали средние по России от четырех до девяти раз, что свидетельствовало о локальной активизации эпидемического процесса. Несмотря на стабилизацию показателей заболеваемости дифтерией в РФ, отмечаются случаи заболевания и бактерионосительства среди детского населения в отдельных регионах. К сожалению, в настоящее время говорить о полном искоренении заболеваемости дифтерией нельзя. Это связано с особой формой существования дифтерийной инфекции в природе – бактерионосительством, что является постоянным резервуаром и источником токсигенных *Corynebacterium diphtheriae* в природе, и всегда имеется потенциальная опасность эпидемии в случае снижения противодифтерийного иммунитета у населения.

В 2011 г. в Российской Федерации эпидемиологическая ситуация по кори связана с ростом заболеваемости и возобновлением циркуляции эндемичных для ряда стран Европы вирусов кори, а также неблагополучием по кори в странах Азиатского региона, и, как следствие, увеличением числа завозных случаев кори в нашу страну.

В 2012 г. зарегистрировано 2104 случая кори в 58 субъектах Российской Федерации, них 1204 случая (57,17 %) – у детей до 17 лет. Показатель заболеваемости корью составил 1,49 на 100 тысяч населения против 0,35 в 2011 г. Более 85 % заболевших зарегистрировано в субъектах Центрального, Южного и Северо-Кавказского федеральных округов. Наиболее высокие показатели заболеваемости зарегистрированы в Московской, Санкт-Петербургской, Волгоградской областях и Ставропольском крае. При этом доля привитых в структуре заболеваемости составляла 25 %. На некоторых территориях в период вспышки соотношение доли заболевших корью привитых и непривитых было практически равным.

В последние 5 лет в РФ благодаря вакцинопрофилактике регистрируются чрезвычайно низкие цифры заболеваемости корью, в среднем этот показатель не превышал 3,1 случая на 100 тыс. населения. Преобладающими в РФ стали территории (почти 90 %) с низким уровнем заболеваемости (менее 3,0 на 100 тыс. населения). Тем не менее в условиях низкой заболеваемости корью сохраняются периодические подъемы с активным вовлечением в эпидемический процесс подростков и взрослых, что обусловлено, прежде всего, недостаточным уровнем коллективного иммунитета, усилившимися миграционными процессами, которые, в свою очередь, существенно повышают риск заражения корью лиц старшего возраста.

Коклюш остается одним из наименее контролируемых инфекций, для которых существует плановая вакцинация. По данным ВОЗ в мире ежегодно заболевает до 60 млн человек, умирает около 1 млн, преимущественно дети до 1 года. При 95%-ной привитости в России ежегодно коклюшем болеют более 4,5 тысячи детей.

В многолетней динамике эпидемиологического процесса коклюша в последнее десятилетие наблюдались маловыраженные подъемы заболеваемости: в 2003 г. (8,7 на 100 тыс. населения) и 2006 г. (5,74 на 100 тыс. населения). Вместе с тем по-прежнему регистрируются летальные исходы от этого заболевания, преимущественно среди детей до года (от 1 до 4 случаев ежегодно). Наиболее высокие показатели заболеваемости в периоды подъема были зарегистрированы на территории Орловской области (84,06 на 100 тыс. населения), г. Санкт-Петербурге (28,58), Новосибирской области (28,43), Тюменской области (19,61). Отмечается крайне неравномерный уровень заболеваемости на территории нашей страны: в большинстве субъектов Российской Федерации (56) регистрируется спорадическая заболеваемость коклюшем; на 11 территориях – показатель 5 на 100 тыс. и более; в 8 субъектах заболеваемость практически не регистрируется. В 2011 г. показатель заболеваемости коклюшем в РФ составил 3,31 случая на 100 тыс. населения. В то же время в 18 субъектах Российской Федерации он остается высоким у детей – более 20,5 на 100 тыс. (Ненецкий автономный округ, Мурманская, Ярославская области, г. Санкт-Петербург, Москва). В 2011 г. в Самаре зарегистрировано 182 случая коклюша, что в 4,4 раза выше показателя 2010 г. Одновременно в Екатеринбурге заболеваемость коклюшем выросла в 3 раза, а в Пензе – на 28,9 %.

В 2012 г. показатель заболеваемости составил 5,05 на 100 тыс. населения против 3,31 в 2011 г. и 3,38 – в 2010 г. [4]. В структуре заболеваемости коклюшем доля детей до 17 лет на протяжении последних трех лет составляет 97 %. Максимальные показатели выявлены среди детей до 1 года – 61,65 на 100 тыс. детей данного возраста (2009 г. – 49,51 и 2010 г. – 56,88), не закончивших курс вакцинации. У них наиболее часто регистрируются тяжелые формы заболевания (в среднем 73,5 %) и осложнения (46 %).

Заболеваемость коклюшем регистрируется как среди непривитых, так и привитых лиц. Число заболевших коклюшем привитых детей увеличивается, начиная с возраста 5 лет. Максимальное число привитых заболевших лиц встречается среди школьников 6–10 лет, что свидетельствует о снижении уровня противококлюшного иммунитета у большинства детей этого возраста. Достаточно высоким во всех странах мира остаётся уровень скрытой заболеваемости, серологические маркеры инфицирования выявляют у 13–32 % подростков и взрослых.

Заболеваемость столбняком в России на сегодняшний день составляет 0,03 на 100 тысяч населения. Ежегодно отмечается около 30–35 случаев заболевания, столбняк новорожденных в настоящее время в России не регистрируется. Летальность при столбняке остается на уровне 38–39 %, что на 20–25 % ниже, чем в период 1970–1980 гг., когда в стране наблюдалась высоколетальная форма столбняка новорожденных. Заболевание, как и прежде, регистрируется на территориях Южного, Приволжского и Центрального федеральных округов. Большинство заболевших (более 70 %) составляют взрослые старше 65 лет, не привитые против столбняка или утратившие иммунитет против данного заболевания. Анализ привитости за последние 10 лет показал, что до 60 % заболевших не были привиты против столбняка или привиты с нарушением сроков иммунизации. В Краснодарском крае 88 % заболевших были привиты более 15 лет назад. За последнее пятилетие не регистрируется заболеваемость среди детского населения, что связано с высоким уровнем охвата прививками детей против столбняка.

Актуальность проблем, связанных с эпиднадзором и профилактикой дифтерии, столбняка, коклюша и кори, в условиях спорадической заболеваемости определяется

широтой их распространения, постоянным поддержанием эпидемического процесса, обусловленного наличием скрытых источников инфекции и наличием когорты лиц, восприимчивых к инфекции, продолжающейся регистрацией тяжелых форм заболеваний, в ряде случаев заканчивающихся летальным исходом. Несмотря на массовую иммунизацию населения, уровень заболеваемости остается высоким, в том числе и среди привитых. Это может быть связано с изменением иммунологической реактивности и снижением иммунного ответа у населения, что обусловлено совокупностью действия различных факторов, в том числе и техногенным загрязнением внешней среды. Установлено, что наиболее высокие показатели заболеваемости выявлены в регионах, имеющих статус территорий с высоким уровнем загрязнения окружающей среды: Томская (химическая, нефтегазовая), Челябинская (металлургическая), Московская (химическая, металлургическая), Санкт-Петербургская (химическая), Волгоградская (химическая, металлургическая, нефтеперерабатывающие и машиностроительные производства) области и Ставропольскоий край (химическая).

Таким образом, в условиях современного мира ведется поиск факторов влияющих на эпидемиологическую и иммунологическую эффективность вакцинопрофилактики. В то же время остается малоизученным воздействие химических факторов окружающей среды на формирование иммунного ответа к инфекциям, управляемым средствами специфической профилактики. В связи с этим необходимо дальнейшее изучение влияния техногенных факторов среды обитания на механизмы формирования и поддержания поствакцинального иммунитета.

Вспышка коклюша в одном из школьных коллективов Московской области

А.А. Басов[1], О.В. Цвиркун[1], А.Г. Герасимова[1], О.Ю. Борисова[1], Н.В. Россошанская[2], В.Н. Бабенко[2]

[1]Федеральное бюджетное учреждение науки «Московский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского Роспотребнадзора»,
[2]Управление Роспотребнадзора по Московской области,
г. Москва, Россия

В условиях многолетней специфической профилактики против коклюша и достижения практически повсеместного высокого охвата прививками АКДС-вакциной детей в декретированном возрасте наблюдается естественное смещение заболеваемости на старшие возрастные группы. В настоящее время наиболее исследованы очаги коклюша и отработана тактика противоэпидемических мероприятий в детских дошкольных коллективах. Поэтому на фоне «повзросления» коклюша изучение распространения инфекции в школьных коллективах становится актуальным.

Мы проследили формирование 6 очагов в школах и гимназиях с высоким охватом (не менее 95 %) ревакцинацией АКДС-вакциной. Наиболее интересным по формированию вторичных случаев заболевания был очаг в одной из гимназий, просуществовавший 60 дней.

Информация о первых двух случаях коклюша в гимназии поступила 6 ноября. Заболели два ученика из 3«Б» класса. Принимая во внимание позднюю диагностику и возможность распространения инфекции за учащимися школы и, прежде всего, за детьми, имевшими контакт с больными в 3«А» и 3«Б» классах, было установлено медицинское наблюдение в течение 21 дня от момента разобщения, тогда как в распорядительных документах предлагается проведение наблюдения в течение 7 дней [2]. Кашляющие в течение 7 дней и более дети из числа контактных выводились из коллектива для лабораторного обследования, в результате активно был выявлен 1 заболевший 6 ноября из 3«Б» класса.

Одновременное выявление двух случаев коклюша позволило предположить не только наличие единого источника заражения, но и пропущенных случаев заболевания, тем более, что эти классы имеют общий холл, физкультурный зал и столовую. При проведении ретроспективного эпидемиологического расследования очага коклюша с учетом всех возможных контактов удалось определить предполагаемый источник заражения коклюшем первых двух заболевших детей и проследить цепочку распространения инфекции среди учащихся третьих классов. Им оказалась ученица 3«Б» класса, которая заболела 28 сентября и которой врач поликлиники поставил диагноз ОРВИ. Несмотря на навязчивый, приступообразный кашель и температуру 37,8 °С, коклюш не был заподозрен. Согласно прививочной документации девочка получила ревакцинацию АКДС-вакциной в 2005 г. После нормализации температуры, ослабления кашля ребенок был выписан в школу. Последнее посещение школы зафиксировано 18 октября. При повторном визите к врачу ребенку снова поставили диагноз ОРВИ и назначили лечение. Длительный, на протяжении месяца, не поддающийся терапии кашель заставил родителей обратиться в один из московских консультативно-диагностических центров, где 4 ноября диагноз «коклюш» был подтвержден при исследовании сыворотки крови больной методом ИФА.

Бактериологическое обследование учеников 3«Б» класса, общавшихся с больными коклюшем, проведенное 8 ноября с целью выявления заболевших школьников, дало отрицательный результат.

Следующие два случая заболевания были зарегистрированы 13 и 15 ноября: два случая коклюша выявлены среди учеников 3«А» и 3«Б» классов.

Проведенный анализ медицинской документации показал, что коллектив школьников был привит против коклюша на 98,8 %: из 575 – учеников школы ревакцинацию АКДС-вакциной получили 565 (98,6 %), 3 учеников (4, 7, 9-го классов) имеют трехкратную вакцинацию, один ученик 4«Б» класса переболел коклюшем в 2003 г. и 6 учащихся не привиты против коклюша. Сведений о прививках и/или заболеваний коклюшем взрослых сотрудников школы установить не удалось.

Шестое экстренное извещение по поводу случая коклюша у ученицы 9«А» класса поступило 19 ноября, последнее посещение школы 27 октября, дата заболевания – 23 октября, обращение к врачу – 6 ноября. Источник заражения ученицы 9«А» класса установлен не был, но, как показали наблюдения за оча-

гом, она явилась источником инфекции для двух преподавателей этого класса, заболевших коклюшем.

Несвоевременные обращение к врачу, поздняя диагностика коклюша и, как следствие, поздняя изоляция источников инфекции из коллектива привели к распространению инфекции, прервать которое не удалось разобщением детей на каникулы с 29 октября по 5 ноября и последующем выведением кашляющих детей. С 8 ноября с интервалом 2–7 дней случаи заболевания продолжали регистрироваться, и распространение коклюша принимало затяжной характер.

Общение в столовой и группе продленного дня способствовало продолжению распространения инфекции среди учеников начальной школы, среди которых 24 ноября зарегистрировано 2 случая заболевания в 1«Б» классе и 1 случай – во 2«Б» классе, с датами заболевания 12, 15, 19 ноября. Интервал между заболеваниями составил 3–4 дня, что позволило заподозрить источник инфицирования среди работников школы. Нормативно-распорядительные документы не предусматривают обследование взрослых лиц в школе [1, 2], тем более, что очаг существовал уже 58 дней, и бактериологическое обследование было уже неэффективным. Мы решили использовать современные методы лабораторных исследований, а для исключения ложноположительных результатов и определения стадии заболевания, что в конкретных условиях было особенно важным, провести обследование двумя методами: ПЦР-диагностикой и методом иммуноферментного анализа на наличие антител класса M и A (острая стадия заболевания) и G-антител (постинфекционный или поствакцинальный иммунитет).

Круг лиц, общавшихся с больными коклюшем, среди персонала школы определялся педагогами тех классов, где выявлены больные, сотрудниками столовой и медицинской сестрой.

Обследование 11 сотрудников школы проведено 26 ноября с помощью метода ПЦР-диагностики. У 9 человек (81,8 %) была обнаружена ДНК возбудителя коклюша. Исследование сывороток крови 9 человек с положительными результатами исследований ПЦР методом ИФА на наличие антител класса M, G и A подтвердило наличие у них разной стадии заболевания коклюшем, что свидетельствовало о длительном существовании очага в школе и подтверждало неполное выявление случаев коклюша, в том числе среди взрослых.

При оценке клинического проявления коклюша у взрослых следует отметить их большое разнообразие: боль и першение в горле, легкий кратковременный кашель или полное отсутствие клинических проявлений коклюша при осмотре и опросе. Интересно, что у одного человека симптомы заболевания коклюшем в виде упорного кашля и повышения температуры проявились через неделю после обследования. В итоге было диагностировано 2 атипичных и 7 легких форм заболевания коклюшем.

Таким образом, выявленный очаг коклюша в гимназии характеризовался затяжным течением и незначительным числом заболевших. За период с 28 сентября по 26 ноября (60 дней) коклюшем заболело всего 24 человека: 15 детей и 9 взрослых. Все случаи коклюша были подтверждены с помощью лабораторных методов исследования (РА, ИФА, ПЦР).

Из 15 заболевших 14 – учащиеся 1–3-х классов, имевшие тесное общение в классных комнатах, столовой, физкультурном зале. Доля заболевших коклюшем детей составила 2,6 % от общего числа учащихся. Среди заболевших один был не-

привитым (в анамнезе однократная вакцинация АКДС) и 14 получили все четыре дозы вакцины против коклюша.

Доля заболевших коклюшем взрослых составила 17 % всего контингента взрослых в школе. При этом вторичного распространения коклюша от взрослых не выявлено.

Длительное существование очага коклюша в гимназии обусловлено поздними обращениями к врачу и диагностикой коклюша и, как следствие, несвоевременным проведением противоэпидемических мероприятий. Характерной особенностью этого очага коклюша явилось ограниченное распространение инфекции только среди учеников младших классов, тесно общавшихся в помещениях и на переменах, а также вовлечение в эпидемический процесс сотрудников школы, имевших контакт с больными. При этом заболевшие взрослые не явились источниками вторичного распространения коклюша, что подтверждает высокую защищенность коллектива, обусловленную как поствакцинальным, так и постинфекционным иммунитетом. Наши наблюдения подтвердили, что регистрация коклюша является не полной из-за наличия легких и мало манифестных форм и необходимо увеличение медицинского наблюдения за контактными лицами до 21 дня от момента разобщения с последним больным, проведение в очаге обследования контактных современными лабораторными методами, при этом обследование контактных лиц в очаге методом ПЦР-диагностики может проводиться независимо от сроков существования очага. Было установлено, что в учебно-образовательном учреждении при регистрации вторичных случаев заболевания коклюшем целесообразно расширять максимально границы очага и осуществлять выведение длительно кашляющих из всего организованного коллектива.

Список литературы

1. Методические указания МУ 3.1.2.2160-07 «Эпидемиологический надзор за коклюшной инфекцией» / Консультант Плюс.

2. Санитарно-эпидемиологические правила СП 3.1.2.1320-03 «Профилактика коклюшной инфекции» / Консультант Плюс.

Раздел V

Современные методы диагностики нарушений здоровья, ассоциированных с факторами среды обитания

Нейровегетативные нарушения у детей, проживающих на территории с неудовлетворительным качеством питьевой воды по санитарно-химическим показателям (марганец)

Я.В. Орехова, С.Л. Валина, О.А. Маклакова

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,
г. Пермь, Россия

Результаты эпидемиологических исследований последних десятилетий показали связь ухудшения здоровья детского населения с влиянием неблагоприятных факторов среды обитания. В структуре заболеваемости детей болезни нервной системы занимают 6–7-е ранговое место. По данным статистической отчетности уровень патологии нервной системы и органов чувств за последние пять лет возрос на 35 %. В промышленных крупных городах отмечается увеличение уровня расстройств вегетативной нервной системы в 2,8 раза относительно территорий, где отмечается санитарно-гигиеническое благополучие.

Проведенные исследования показали, что воздействия промышленных химических токсикантов являются одними из стрессовых факторов, нарушающих деятельность регуляторных систем (в том числе вегетативной нервной системы) и ведущих к напряжению адаптационно-компенсаторных механизмов. Известно, что марганец, попадая в организм, легко проходит гематоэнцефалический барьер и накапливается в структурах экстрапирамидной нервной системы (в базальных ганглиях и ядрах ствола головного мозга). Влияя на обмен нейротрансмиттеров (гамма-аминомасляная кислота) и нейромедиаторов (глутамат, ацетилхолин, дофамин), марганец способствует нарушению процессов торможения и возбуждения в ЦНС, что приводит к формированию синдромов астении, гипервозбудимости и развитию вегетативных дисфункций.

Таким образом, особое место в изучении патологии нервной системы занимает выяснение особенностей нейровегетативных нарушений, обусловленных неблагоприятной средой обитания, в том числе поступлением марганца в организм с питьевой водой.

Цель исследования – выявить клинико-функциональные особенности нейровегетативных нарушений у детей, проживающих на территории с неудовлетворительным качеством питьевой воды по санитарно-химическим показателям (марганец).

Материалы и методы. Были применены следующие методы: медико-социальное анкетирование, клиническое обследование, комплекс инструментальных, химико-аналитических методов. Оценку состояния различных звеньев вегетативной нервной системы проводили с помощью кардиоритмографической программы «Поли-Спектр» по стандартной методике, исследование сердечно-сосудистой сис-

темы – путем записи электрокардиограммы (ЭКГ) на аппарате Schiller AT-10plus. Химико-аналитическое исследование включало определение в крови детей содержания марганца методом атомной абсорбции в соответствии МУК 4.1.777–99 и МУК 4.1.2106–06 на атомно-абсорбционном спектрофотометре Analyst–400 (Perkin Elmer, США) в режиме пламени ацетилен-воздух.

Результаты и их обсуждение. Проведено комплексное обследование 145 детей 4–7 лет (группа наблюдения), проживающих на территории с неудовлетворительным качеством питьевой воды по санитарно-химическим показателям (содержание марганца в 1,5 раза выше ПДК). Группу сравнения составили 56 человек, проживающих на территориях относительного санитарно-гигиенического благополучия (уровень марганца в воде был ниже ПДК). Группы были сопоставимы по полу и возрасту.

В ходе химико-аналитического исследования у детей группы наблюдения установлено наличие в крови марганца (0,014±0,001 мг/дм^3) в концентрации, статистически значимо превышающей показатели группы сравнения (0,011±0,001 мг/дм^3, p = 0,01).

При анализе медико-социальных анкет достоверных различий между группами по социальным показателям не выявлено. В группы исследования были включены дети, не имевшие в анамнезе врожденной патологии, органических и инфекционных заболеваний центральной нервной системы. Из исследования исключены дети, чьи родители страдали алкоголизмом или наркоманией, а также дети из асоциальных семей.

У детей группы наблюдения по отношению к группе сравнения достоверно чаще отмечались жалобы астено-вегетативного характера в виде потливости (26,06 и 10,91 % соответственно, p = 0,019), непереносимости поездок в транспорте (21,13 и 5,45 % соответственно, p = 0,01).

У каждого второго ребенка в группе наблюдения и только у каждого третьего в группе сравнения (45,5 против 36,8 %, p = 0,31) болезни нервной системы регистрировались в качестве основного диагноза. Патология нервной системы у дошкольников группы наблюдения была представлена неврозоподобным синдромом, который встречался в 2,2 раза чаще, чем в группе сравнения (42,4 против 19 %, p = 0,1), и астеновегетативным синдромом, отмечавшимся у 20 % и характеризовавшимся общей слабостью и слабостью в ногах, повышенной утомляемостью, снижением двигательной активности, повышенной сонливостью и гипергидрозом. Кроме того, в качестве сопутствующего заболевания у обследованных группы наблюдения патология нервной системы была представлена в виде задержки речевого и нервно-психического развития, которые отмечались у 41,6 % детей основной группы против 12,8 % в группе сравнения (p = 0,18). У детей группы сравнения нарушения со стороны нервной системы в основном проявлялись астеноневротическим синдромом (раздражительность, перепады настроения, нарушения сна и аппетита, головокружения, головные боли, ощущение нехватки воздуха, а также острые боли в области сердца, различные фобии, укачивание).

У детей, проживающих на территории с неудовлетворительным качеством питьевой воды по санитарно-химическим показателям, установлена достоверная причинно-следственная связь вероятности развития болезней нервной системы, проявлявшихся расстройствами вегетативной нервной системы, неврозоподобным, астеноневротическим и астеновегетативным синдромами, при повышенном содержании в крови марганца (R^2 = 0,22–0,39; 20,32≤F≥68,023; p = 0,00).

В ходе углубленной оценки данных электрокардиографического исследования выявлено, что показатели частоты сердечных сокращений, положение электрической оси сердца и временные параметры электрокардиограммы (зубец *P*, интервал *PQ*, комплекс *QRS*, интервала *Q–T*) не имели достоверных различий в обеих группах и находились в пределах возрастной нормы. Однако у 71,4 % обследованных группы наблюдения встречались нарушения функции автоматизма синусового узла (против 38,9 % в группе сравнения, $p = 0{,}01$) в виде синусовой брадикардии (35,7 %), синусовой брадиаритмии (10,7 %), синусовой тахикардии (10,7 %), синусовой аритмии (7,1 %) (табл. 1).

Таблица 1

Показатели процессов проводимости в миокарде по данным электрокардиограммы, %

Характеристика	Группа наблюдения	Группа сравнения	*p**
Норма	28,6	61,1	0,01
Нарушения синусового ритма:	71,4	38,9	0,01
– синусовая тахикардия	10,7	2,8	0,048
– синусовая брадикардия	35,7	25,0	0,042
– синусовая аритмия	7,1	5,6	0,37
– синусовая брадиаритмия	10,7	5,6	0,27

Примечание: *p** – достоверность различий показателей у детей сравниваемых групп.

Анализ кардиоинтервалографии показал, что преобладающим типом вегетативной регуляции исходного вегетативного тонуса в группе наблюдения являлась ваготония (в 40,5 %), что в 2 раза превышало данные группы сравнения (табл. 2). Кроме того, величина вариационного размаха ($Д_x$), отражающая активность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, у детей наблюдаемой группы была достоверно выше физиологической нормы и показателя группы сравнения (табл. 3). В группе сравнения преобладающим был физиологический симпатико-тонический тип исходного вегетативного тонуса, что в 1,7 раза достоверно превышало показатель у детей, проживающих на территории с неблагоприятным качеством питьевой воды ($p = 0{,}04$). Уровень амплитуды моды (АМо), характеризующей активность симпатической нервной системы, был в 1,47 раза достоверно выше в группе сравнения ($p = 0{,}00$).

Таблица 2

Исходный вегетативный тонус у обследованных детей, %

ИВТ	Группа наблюдения	Группа сравнения	*p**
Ваготония	40,5	20	0,04
Эйтония	34,4	36,7	0,18
Симпатикотония	25,1	43,3	0,04

Примечание: *p** – достоверность различий между группой наблюдения и группой сравнения.

Таблица 3

КИГ-показатели у обследованных детей, усл. ед.

Показатель	Физиологические значения	Группа наблюдения	Группа сравнения	p^*	p^*_1
Мо	0,62±0,03	0,65±0,04	0,64±0,03	0,23	0,68
Дх	0,23±0,05	0,37±0,02	0,31±0,03	0,00	0,001
АМо	27±1,0	26,0±1,2	38,0±1,5	0,19	0,00
ИН1	94±15	39,9±7,1	110,4±12,8	0,00	0,00

Примечание: p^* – достоверность различий между нормой и группой наблюдения; p^*_1 – достоверность различий между группой наблюдения и группой сравнения.

Показатель гуморальной регуляции (МО – мода) у обследованных детей находился в пределах возрастной нормы и не имел достоверных различий в сравниваемых группах. В группе сравнения отмечено напряжение механизмов центральной симпатической регуляции (ИН1 – 110,4±12,8 усл. ед., p = 0,00), в то время как в группе наблюдения этот уровень регуляции был минимальным (ИН – 39,9±7,1 усл. ед.) (см. табл. 3).

После проведенной клиноортостатической пробы оценивали вегетативную реактивность: в группе наблюдения симпатико-тонический тип ответной реакции отмечался лишь в 26,2 %, что в 1,2 раза реже, чем в группе сравнения (30 %, p>0,05). Преобладающим типом реактивности в группе наблюдения являлся асимпатико-тонический (52,4 и 26,7 % соответственно, p = 0,02) (табл. 4), при котором отсутствовало ожидаемое напряжение адаптационно-компенсаторных механизмов и отмечалась ареактивность симпатического (ИН), парасимпатического (ИВР) и гуморально-метаболического (*VLF* %) звеньев ВНС (табл. 5). В группе сравнения преобладающий тип реактивности – гиперсимпатико-тонический (43,3 против 21,4 % группы наблюдения, p = 0,03).

Таблица 4

Типы вегетативной реактивности у обследованных детей, %

Вегетативная реактивность	Группа наблюдения	Группа сравнения	p^*
Асимпатико-тоническая	52,4	26,7	0,02
Симпатико-тоническая	26,2	30	0,20
Гиперсимпатико-тоническая	21,4	43,3	0,03

Примечание: p^* – достоверность различий между группой наблюдения и группой сравнения.

Таблица 5

Показатели вегетативной реактивности у обследованных детей, %

Показатель	Группа наблюдения	Группа сравнения	p^*
ИВР (парасимпатическое звено)	73,83±17,72	153,22±54,79	0,008
ИН (симпатическое звено)	65,25±15,9	147,33±62,56	0,013
VLF % (гуморально-метаболическое)	28,856±3,5	43,71±5,1	0,000

Примечание: p^* – достоверность различий между группой наблюдения и группой сравнения.

Таким образом, проведенное клинико-функциональное обследование детей дошкольного возраста, проживающих в условиях неблагополучия среды обитания, выявило, что у каждого второго ребенка заболевания нервной системы, обусловленные повышенным содержанием марганца в крови, протекают в виде неврозоподобного и астеновегетативного синдромов, задержки речевого и нервно-психического развития и проявляются потливостью, непереносимостью поездок в транспорте; ваготоническим типом исходного вегетативного тонуса, асимпатико-тонической реактивностью и функциональными изменения ритмической активности головного мозга.

Патология слухового анализатора у детей, проживающих в зоне влияния аэропорта

А.А. Щербаков, К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,
г. Пермь, Россия

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) патология слухового анализатора встречается у 4–6 % населения земного шара. В Российской Федерации 12 млн взрослых и 600 тыс. детей и подростков страдают тугоухостью и глухотой. По прогнозам ВОЗ, к 2030 г. ожидается увеличение численности населения с социально значимыми дефектами слуха более чем на 30 %. По данным государственных форм статистической отчетности за последние 6 лет в РФ рост у детей впервые выявленных болезней уха и сосцевидного отростка составил 17 % и достиг в 2011 г. уровня – 5521,1 на 100 000 детского населения, при этом на долю кондуктивной и нейросенсорной тугоухости приходилось 11,5 и 21,2 на 100 000 детского населения соответственно. При этом наиболее остро проблема снижения слуха фиксируется на территориях, характеризующихся комплексным негативным воздействием химических факторов в соединении с шумовым, к которым в первую очередь относятся районы производственной деятельности крупных авиационных узлов, в зоне которых в Российской Федерации проживает до 1,5 млн человек.

Шумовое воздействие способствует развитию нарушений ионного гомеостаза в улитке, вызывает нарушение функционирования наружных волосковых клеток, ведёт к дегенеративным изменениям в фиброцитах спирального лимба. Хроническое воздействие шумового фактора способствует повреждению микрососудов улитки, приводит к изменениям сосудистой проницаемости, стазу и локальной ишемии. Вовлечение в патологический процесс вегетативной нервной системы

в ответ на комплексное воздействие шумового и химических факторов ведёт к развитию нейровегетативных нарушений с гиперсимпатико-тоническим типом реактивности, усиливает локальную вазоконстрикцию капиллярной сети, нарушает трофические процессы во внутреннем ухе или в улитке, что способствует формированию сенсоневральных нарушений слуха. При этом для дошкольного и школьного детского населения характерно преобладание кондуктивных форм нарушения слуховой функции на фоне хронических и рецидивирующих воспалительных процессов в звукопроводящей системе наружного и среднего уха, наличия локальных несанированных очагов инфекции.

По данным ранее выполненных исследований установлено, что в условиях комплексного воздействия шумового и химических факторов с нейротоксическим эффектом (марганец, бензол и толуол) шум, даже на уровнях, близких к допустимым, потенцирует их негативное влияние.

Вместе с тем ранее выполненные исследования не в полном объеме характеризуют санитарно-гигиенические и клинико-функциональные особенности возникновения, развития и течения функциональной патологии слухового анализатора у детей в условиях комплексного воздействия техногенных факторов крупного авиационного узла.

Цель исследования – выявить клинико-функциональные особенности патологии слухового анализатора у детей, проживающих в зоне влияния аэропорта и изучить их связь с воздействием комплекса физических (шум) и химических (марганец, бензол, толуол) техногенных факторов.

Материалы и методы. Сотрудниками ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» проведено клиническое, химико-аналитическое и функциональное обследование детского населения, проживающего в зоне влияния крупного авиационного узла. Группу наблюдения составили 76 детей в возрасте 4–7 лет, постоянно проживающих в зоне влияния аэропорта и посещающих детские дошкольные образовательные учреждения (ДОУ), расположенные на границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ) (зона наблюдения 1) и на незначительном удалении от аэропорта в районе глиссады самолетов (зона наблюдения 2). В качестве группы сравнения обследовано 45 детей, проживающих на городской рекреационной территории вне зоны влияния аэропорта (зона наблюдения 3). Исследованные группы детей были сопоставимы по гендерному и возрастному критерию.

Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха на территориях проживания детей проводилась на основании результатов натурных исследований, проведенных в период 2007–2012 гг. и сформированных в виде массива максимально-разовых концентраций (мг/м^3). Оценка уровня шумового воздействия выполнялась на основании данных инструментальных измерений за период с 2007 по 2012 г. и результатов расчета уровней эквивалентного и максимального шума.

Содержание химических веществ в крови исследовалось современными физико-химическими методами анализа, обладающими высокой степенью селективности и чувствительности: определение уровня марганца проводилось методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на масс-спектрометре Agilent 7500cx; определение ароматических углеводородов проведено газохроматографическим методом на хроматографе «Кристалл 5000».

Оценка состояния здоровья изучаемых групп детей включала: анализ медицинских карт (форма № 026/у-2000), результатов углублённого осмотра врачами-специалистами (педиатр, невролог, отоларинголог).

Оценка функционального состояния слухового анализатора выполнена 47 детям и включала определение порогов слышимости по воздушному и костному звукопроведению с помощью автоматизированного аудиометра «АА-02» и программы регистрации «Слух» (регистрационное удостоверение № ФС 022а1612/3581-06).

Для установления причинно-следственных связей между воздействием техногенных факторов среды обитания и развитием у детей функциональных нарушений слухового анализатора выполнено математическое моделирование, включающее анализ отношения шансов регистрации анализируемых показателей при возрастании концентрации химических веществ (марганец, бензол, толуол) в крови и уровня шумового воздействия.

Результаты и их обсуждение. В ходе изучения уровня шумового воздействия было установлено, что максимальные и среднемноголетние показатели шума на всех исследуемых территориях превышали гигиенические нормативы, при этом наибольшей зашумленностью характеризовалась территория на границе СЗЗ аэропорта (зона 1), где шумовое воздействие на 30 % превышало допустимый уровень ($p \leq 0{,}05$) (табл. 1).

Таблица 1

Уровни шума на исследованных территориях за период 2007–2012 гг. (дБ)

Показатель	Зона 1	Зона 2	Зона 3	ПДУ
Уровни максимального шума *	90,0	78,6	75,7	70,0
Эквивалентные уровни**	66,57±7,25	61,5±6,02	59,9±6,01	55,0

Примечание: * – максимальные значения, ** – средние значения.

При анализе качества атмосферного воздуха по данным натурных исследований содержания марганца, бензола и толуола выявлено отсутствие нарушений гигиенических нормативов ($ПДК_{м.р.}$) на всех исследуемых территориях. В то же время в атмосферном воздухе зон 1 и 2, находящихся под влиянием аэропорта, содержание марганца, бензола и толуола в 2,9–17,0 раза превышало ($p \leq 0{,}05$) аналогичные показатели территории сравнения (зона 3).

Анализ заболеваемости детского населения болезнями уха и сосцевидного отростка, вероятностно опосредованными воздействием шумового фактора, не выявил достоверных различий между исследуемыми зонами ($p \geq 0{,}05$), вместе с тем случаи кондуктивной и нейросенсорной потери слуха были отмечены только у детей анализируемой зоны 1 (показатель составил 0,02 на 1000 населения).

Расчет величины относительного риска (*OR*) как показателя наличия причинно-следственной связи между заболеваемостью населения и проживанием в условиях воздействия комплекса химических и шумового факторов производственной деятельности аэропорта позволил установить, что у детей из зон техногенного загрязнения (зона 1 и 2) вероятность возникновения болезней уха и сосцевидного отростка в 1,2 раза выше (*OR* = 1,16; ДИ = 1,03–1,22), чем из зоны сравнения (зона 3).

Содержание марганца, бензола и толуола в крови детей группы наблюдения 1 (зона 1) достоверно превышало аналогичные показатели группы сравнения (зона 3) и фоновый уровень ($p \leq 0{,}001$) (табл. 2).

Таблица 2

Содержание химических веществ в крови обследованных детей ($M \pm m$, мкг/см^3)

Показатель	Зона 1	Зона 2	Зона 3	Фоновый уровень
Марганец	0,0160±0,0001*	0,0140±0,001	0,0130±0,002	0,0099±0,0006
Бензол	0,0020±0,0004*	0,0018±0,0003*	0,0012±0,0008	0,00±0,00
Толуол	0,0054±0,0002*	0,0044±0,0004*	0,0036±0,0008	0

Примечание: * – достоверность различий с группой сравнения.

В результате комплексного клинического обследования детей установлено, что в группах наблюдения (зона 1, 2) заболевания уха и сосцевидного отростка диагностировались в 1,3 раза чаще, чем в группе сравнения (зона 3), в виде двусторонней кондуктивной тугоухости у 3,4 %, острого среднего серозного отита – у 1,3 % ($p<0{,}05$) (табл. 3).

Таблица 3

Основные нозологические заболевания органов слуха у детей по результатам углубленных обследований, %

Нозология	Зона 1	Зона 2	Зона 1+2	Зона 3
Кондуктивная потеря слуха двусторонняя	5,6*	0,0	3,4*	0,0
Острый средний серозный отит	1,7*	0,0	1,3*	4,0

Примечание: * – достоверность различий с зоной сравнения 3, $p \leq 0{,}05$.

В ходе клинического осмотра у 5,6 % детей, проживающих на границе СЗЗ аэропорта (зона 1), диагностирована двусторонняя кондуктивная тугоухость, в группе сравнения (зона 3) данной патологии не зафиксировано ($p<0{,}05$).

При проведении исследования функционального состояния слухового анализатора методом тональной аудиометрии в группе наблюдения среднегрупповые показатели соответствовали возрастным нормативам, значения порогов слышимости на речевых частотах составляли 12,7 дБ. Рельеф тональной аудиограммы характеризовался повышением порогов восприятия звуков по всему диапазону исследуемых частот, достигая максимальных значений на речевых частотах 125–1500 Гц, что, вероятно, обусловлено наличием на территории жилой застройки низкочастотного широкополосного шума с инфразвуковой составляющей. При этом у 30,3 % детей группы наблюдения (зона 1 и 2) выявлено повышение порогов слышимости по воздушному звукопроведению более 25дБ, на фоне умеренного снижения (<10 дБ) по костному звукопроведению, что может свидетельствовать о формировании тугоухости лёгкой степени по смешанному типу (табл. 4).

Средние значения порогов звуковосприятия на речевых частотах в группах наблюдения в 1,3–1,4 раза превышали показатели группы сравнения, число детей с лёгкими нарушениями слуховой функции диагностировалось в 4,3 раза чаще,

при этом наиболее значимое снижения уровня слуха (до 9,7 дБ), регистрировалось в зоне 1, максимально приближенной к СЗЗ авиаузла (p<0,05).

Таблица 4

Среднегрупповые показатели аудиометрии у исследованных детей, Гц

Частота, Гц	Зона 1	Зона 2	Зона 1+2	Зона 3
Средние значения порогов звуковосприятия на речевых частотах: 500, 1000, 2000, 4000 Гц	13,4*	13,8*	12,7*	10,0

Примечание: * – достоверность различий с зоной сравнения 3, $p \leq 0{,}05$.

В группе наблюдения установлены причинно-следственные связи увеличения в крови детей содержания марганца, бензола и толуола с повышением порогов восприятия звуков по воздушному звукопроведению на частотах от 250 до 3000 Гц с коэффициентом детерминации R_2 от 0,26 до 0,98, имеющие высокую статистическую достоверность (p<0,001–0,00001).

Выводы:

1. Комплексное воздействие химических и шумового факторов, обусловленное производственной деятельностью аэропорта, повышает уровень распространенности у обследованных детей болезней уха и сосцевидного отростка в 1,3 раза.

2. Выявленные у 30,3 % детей, проживающих условиях комплексного воздействия шумового и химических факторов производственного процесса аэропорта, лёгкие нарушения слуховой функции по смешанному типу могут свидетельствовать о наличии ранних, донозологических изменений функционального состояния слухового анализатора.

3. Установлены причинно-следственные связи увеличения в крови детей исследуемой группы содержания марганца, бензола и толуола с повышением порогов восприятия звуков по воздушному звукопроведению на частотах от 250 до 3000 Гц с коэффициентом детерминации R_2 от 0,26 до 0,98 (p<0,001–0,00001).

4. Обследованные дети с заболеваниями органов слуха, проживающие в условиях комплексного воздействия шумового и химических факторов крупного авиационного узла, нуждаются в дополнительном диспансерном наблюдении участкового педиатра, отоларинголога и невропатолога, проведении целевых программ профилактики и реабилитации.

Сравнительная характеристика генотипов детей и взрослых, проживающих на территории интенсивного промышленного освоения

О.В. Долгих[1], А.В. Кривцов[1], Т.С. Лыхина, К.Г. Горшкова[1], Е.Д. Маерова[1], Р.А. Предеина[1], Я.Н. Чудинова[2], О.А. Бубнова[3]

[1] Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,
[2] Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
[3] Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
г. Пермь, Россия

Актуальным является анализ полиморфизма генов для оценки опасности влияния на здоровье детского и взрослого населения внешнесредовой экспозиции [1–3]. Использование современных диагностических иммунологических и молекулярно-генетических технологий, в частности, проточной цитометрии и ПЦР, позволяет провести объективную и достоверную оценку иммунного ответа и полиморфизма его генов у населения в условиях повышенной техногенной химической нагрузки. Анализ и использование в дальнейшем современных генетических диагностических критериев позволит расширить доказательную базу по выявлению причинно-следственных связей патологических и преморбидных состояний, обусловленных воздействием химических факторов среды обитания.

Целью исследования является анализ и обоснование генетических маркеров у населения, проживающего на территории интенсивного промышленного освоения.

Материалы и методы. В качестве территории наблюдения были выбраны несколько районов крупного промышленного города Свердловской области. Как ведущие факторы аэрогенной внешнесредовой нагрузки на территории определили марганец, формальдегид, фенол, ванадий. В результате оценки многосредового неканцерогенного риска здоровью населения г. Нижний Тагил установлено, что для проживающих в микрорайонах Вагонка (район № 1), Техпоселок (район № 2) и Красный камень + Центр (район № 3) существует риск развития нарушений наиболее поражаемых органов и систем (органы дыхания, система крови, ЦНС, иммунная система, процессы развития). Приоритетным путём поступления вредных веществ является ингаляционный. В качестве контрольной, условно «чистой» территории с низким уровнем химического воздействия, предложен район «Гальяно-горбуновский массив» (район № 4) на основании установления причинно-следственных связей между загрязнением объектов окружающей среды и состоянием здоровья населения. Обследовали детей, постоянно проживающих и посещающих ДДУ в соответствующих районах, а также взрослых (родители детей, работники ДДУ соответствующих районов).

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью пакета программ Microsoft Office и программы Statistica 6.0 и включала в себя описательную статистику и двухвыборочный *t*-критерий Стьюдента. Различия между группами считались значимыми при $p<0,05$.

Забор материала для ПЦР осуществлялся методом взятия мазков со слизистой оболочки ротоглотки. Затем выделяли 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, в основе которой лежит реакция амплификации и детекция продуктов этой реакции в режиме реального времени с помощью флюоресцентных меток, которыми предварительно помечают используемые для реакции амплификации праймеры. Для одновременной детекции нескольких продуктов реакции используют разные флюоресцентные метки и зонды (мультиплексная ПЦР). В качестве праймеров применяли участок ДНК генов *CYP1A1*, *CPOX*, *VEGF*, *eNO*-синтаза, *TNF*-альфа, *SULT1A1*. 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.

Результаты и их обсуждение. Поведен анализ особенностей однонуклеотидных полиморфизмов у проживающего в условиях комбинированной многофакторной химической экспозиции техногенными факторами взрослого населения и закрепления измененного генотипа – у детей (таблица).

Сравнительный полиморфизм генов у детей и их родителей в условиях экспонирования техногенными факторами и при его отсутствии

Показатель	Генотип	Взрослые		Генотип	Дети	
		основная	контроль		основная	контроль
Ген фактора некроза опухоли	GG	78 %	73 %	GG	76 %	79 %
	AG	21,6 %	25 %	AG	23 %	21 %
	AA	0,4 %	1 %	AA	1 %	0 %
	G	89	85	G	88	89
	A	11	15	A	12	11
Ген цитохрома Р-450	GG	93 %	94 %	GG	92 %	93 %
	AG	6 %	4 %	AG	8 %	7 %
	AA	1 %	2 %	AA	0 %	0 %
	G	96	96	G	96	97
	A	4	4	A	4	3
Ген *CPOX* 1 (Копропорфириногеноксидаза)	AA	62 %	65 %	GG	70 %	66 %
	CA	37 %	35 %	GA	27 %	33 %
	CC	1 %	0 %	AA	3 %	1 %
	A	80	83	A	83	83
	C	20	17	C	17	17
Ген *SULT1A1*	GG	27 %	27,3	GG	30 %	34,8
	GA	61 %	54,5	GA	59 %	39,1
	AA	12 %	18,2	AA	11 %	26,1
	G	58	65	G	59	62
	A	42	35	A	41	38

Окончание табл.

Показатель	Генотип	Взрослые		Генотип	Дети	
		основная	контроль		основная	контроль
Ген *VEGF*	GG	55 %	52 %	GG	50 %	50 %
	GC	37 %	37 %	GC	40 %	40 %
	CC	8 %	11 %	CC	10 %	10 %
	G	73	70	G	71	70
	C	27	30	C	29	30
Ген *eNOS*	GG	54 %	52 %	GG	47 %	60 %
	GT	40 %	41 %	GT	44 %	34 %
	TT	16 %	7 %	TT	9 %	6 %
	G	74	74	G	69	77
	T	26	26	T	31	23

Установлено, что полиморфизм гена детоксикации *CYP1A1* отличается преимущественными негативными отклонения у детей основной группы, тогда как гетерозиготный вариант генотипа *CPOX* характерен для взрослых основной группы, закрепляясь по наследству в виде патологической гомозиготы на уровне, превышающем аналогичную распротраненность генотипа у взрослых в 3 раза. Повышенная распространенность гетерозиготного генотипа гена сульфатазы (*SULT1A1*) характеризует особенности полиморфизма как взрослых, так и детей основной группы (см. табл. 1). Полиморфизм гена фактора некроза опухоли свидетельствует о негативной селекции при наследовании и преобладании у детей как минорного аллеля, так и нежелательных вариантов генотипа. Выявлена повышенная распространенность гетерозиготного варианта патогенетических генов, отвечающих за состояние эндотелия сосудистого русла (*VEGF*, *eNOS*), и если ген эндотелиального фактора роста у родителей в основной группе не отличался от контроля, то гомозиготный вариант (*TT*) гена *NO*-синтазы обеспечил у потомства высокий уровень гетерозиготных отклонений.

Установленные генетические ассоциации указывают на наличие негативной генетической селекции большинства анализируемых генов, чему способствует присутствие в окружающей среде мутагенов, так как для контрольной группы подобные ассоциации не характерны.

Таким образом, проведенная сравнительная оценка результатов иммунодиагностики и анализа полиморфизма генов детей, экспонированных техногенными загрязнителями, с генотипами их родителей позволила выявить особенности генетического полиморфизма генов детоксикации *CYP1A1*, *CPOX*, *SULT1A1*, а также аллельность иммунокомпетентных генов и генов, характеризующих состояние эндотелия сосудов (*VEGF* и *eNOS*) у детей и их родителей. Представленные данные свидетельствуют о негативных генетических ассоциациях между родителями и детьми и закреплении у детей существующих полиморфизмов родителей с ростом распространенности негативного аллеля.

Список литературы

1. Зайцева Н.В., Устинова О.Ю., Аминова А.И. Гигиенические аспекты нарушения здоровья детей при воздействии химических факторов среды обитания. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 489 с.

2. Иммунные и ДНК-маркеры воздействия техногенной нагрузки / О.В. Долгих, А.В. Кривцов, Р.А. Харахорина, Д.В. Ланин // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2012. – № 4. – М. – С. 240–241.

3. Полиморфизм гена фактора некроза опухоли и гена CPOX у работающих в условиях химического производства / О.В. Долгих, А.В. Кривцов, Д.Г. Дианова, А.М. Гугович, Р.А. Харахорина // Медицина труда и промышленная экология. – 2011. – № 11. – С. 29–32.

Показатели иммуноэндокринной регуляции у детей в условиях внешнесредового воздействия ароматических углеводородов

К.Г. Горшкова, О.В. Долгих

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,
г. Пермь, Россия

Качество окружающей среды в настоящее время становится важнейшим фактором, определяющим состояние здоровья населения. Поэтому актуальной задачей является мониторинг промышленно развитых территорий, где уровни техногенной нагрузки особенно велики, и в окружающую среду попадает широкий спектр химических соединений. Детский организм наиболее чувствительно реагирует на присутствие токсичных примесей, при этом наблюдаются существенные изменения в функционировании различных систем жизнеобеспечения, интенсивности обменных процессов, иммунной и нейрогуморальной регуляции [1, 2].

Цель работы – оценка иммуноэндокринной регуляции у детского населения в условиях техногенного загрязнения ароматическими углеводородами (на примере Пермского края).

Материалы и методы. Было выполнено обследование 87 детей в возрасте 3–7 лет, посещающих детские дошкольные учреждения и постоянно проживающих на территории Пермского района Пермского края (с. Гамово, д. Кондратово), в зоне интенсивного промышленного воздействия, в первую очередь, предприятий нефтехимической отрасли. Приоритетными химическими загрязнителями территории являются органические ароматические соединения – бензол, толуол, стирол. Группу контроля составили 75 детей (п. Усть-Качка и п. Сылва), которые подвергались минимальному влиянию техногенного загрязнения среды обитания. Группы были сопоставимы по полу и возрасту, соматической заболеваемости.

Определение органических соединений в биосредах выполняли на жидкостном и газовом хроматографах. Фенотипирование лимфоцитов проводили на проточном

цитометре методом мембранной иммунофлюоресценции с использованием панели меченых моноклональных антител к мембранным CD-рецепторам. Содержание сывороточных иммуноглобулинов изучали методом радиальной иммунодиффузии по Манчини, концентрацию IgE общего, кортизола, АКТГ, T_4 свободного, ТТГ – методом иммуноферментного анализа. Фагоцитарную активность лейкоцитов определяли с использованием в качестве объекта фагоцитоза формалинизированных эритроцитов барана. При статистической обработке результатов применяли описательную статистику и двухвыборочный *t*-критерий Стьюдента. Различия считались достоверными при $p<0,05$.

Результаты и их обсуждение. В ходе исследования проб атмосферного воздуха на территории детских садов не обнаружено превышения ПДК приоритетных загрязняющих веществ – бензола, стирола, толуола. Однако химико-аналитическое исследование (табл. 1) выявило в крови детей, которые подвергались техногенному воздействию ароматических соединений, присутствие указанных токсичных примесей. Так, было установлено, что по сравнению с контрольной группой содержание толуола в крови детей было повышено в 13,5 раза ($p<0,05$); средние концентрации бензола и стирола также превышали контрольные показатели, межгрупповые различия достоверны по кратностям превышения ($p<0,05$).

Таблица 1

Содержание ароматических углеводородов (мг/дм^3) в крови детей исследуемой территории

Показатель	Контрольная группа (n = 75)	Группа наблюдения (n = 87)
Бензол	0,0046±0,0019	0,0061±0,0021
Стирол	0,0009±0,0003	0,0011±0,0003
Толуол	0,0002±0,0002	0,0027±0,0019*

Примечание: * – разница достоверна по отношению к группе контроля ($p<0,05$).

Клинико-лабораторное исследование (табл. 2) выявило существенные изменения функциональной активности иммунной системы. Установлено, что по сравнению с возрастной нормой были снижены показатели фагоцитарной активности: фагоцитарное число и фагоцитарный индекс у 58 и 41 % детей соответственно ($p<0,05$). Относительно контрольных значений наблюдался достоверно сниженный уровень ($p<0,05$) относительного и абсолютного количества фагоцитов, фагоцитарного числа и фагоцитарного индекса. Методический прием оценки отношения шансов изменения иммунологических тестов при увеличении уровня контаминантов в биологических средах позволил определить вероятность понижения показателей клеточного иммунитета: фагоцитарного числа при возрастании уровня толуола и стирола в крови (r^2 = 0,39–0,70 при $p<0,05$) и фагоцитарного индекса при повышении бензола и толуола (r^2 = 0,34–0,55 при $p<0,05$).

Установлены достоверные отклонения данных CD-иммунограммы по сравнению с референтным уровнем, в частности, снижение относительного количества $CD25^+$ клеток ($p<0,05$). По сравнению с группой контроля отмечено статистически значимое снижение относительного и абсолютного содержания $CD16^+56^+$ и $CD25^+$ клеток и относительного числа $CD3^+$ лимфоцитов ($p<0,05$). Достоверно возрастает вероятность снижения пула $CD16^+56^+$ и $CD25^+$ клеток при увеличении концентрации бензола, стирола и толуола в крови (r^2 = 0,32–1,00 при $p<0,05$).

Изучение показателей гуморального иммунитета – содержание сывороточных иммуноглобулинов классов A, M и G выявило снижение уровня IgM (у 78 % детей), достоверное по кратностям различий с физиологической нормой (p<0,05). Относительно группы контроля содержание IgM у обследованных детей было также меньше в 1,2 раза (p<0,05). Кроме того, у 40 % детей наблюдался повышенный по сравнению с возрастной нормой уровень общей сенсибилизации (содержание IgE общего) (p<0,05). В то же время согласно результатам математического моделирования возрастают шансы уменьшения концентрации IgM при увеличении концентрации бензола и толуола (r^2 = 0,33–0,52 при p<0,05) и шансы повышения уровня IgE при возрастании стирола и толуола в крови (r^2 = 0,79–0,92 при p<0,05).

Анализ параметров эндокринной регуляции, в частности, гипофизарно-надпочечниковой системы, указывает на вероятность повышенной стрессорной нагрузки в условиях воздействия токсичных соединений.

Таблица 2

Иммунные и эндокринные показатели крови детей на фоне техногенного воздействия

Показатель	Контрольная группа (n = 75)	Группа наблюдения (n = 87)
Абсолютный фагоцитоз, 10^9/дм^3	2,93±0,26	2,37±0,20*
Процент фагоцитоза, %	65,31±2,21	50,24±1,81*
Фагоцитарное число, усл. ед.	1,16±0,06	0,78±0,04*
Фагоцитарный индекс, усл. ед.	1,77±0,05	1,54±0,04*
CD16$^+$56$^+$-лимфоциты, абс., 10^9/дм^3	0,29±0,04	0,21±0,04*
CD16$^+$56$^+$-лимфоциты, отн., %	9,71±1,13	6,90±1,73*
CD3$^+$CD25$^+$-лимфоциты, абс. 10^9/дм^3	0,19±0,02	0,14±0,02*
CD3$^+$CD25$^+$-лимфоциты, отн., %	6,39±0,66	4,56±0,39*
CD3$^+$-лимфоциты, абс., 10^9/дм^3	2,16±0,22	2,17±0,20
CD3$^+$-лимфоциты, отн., %	70,84±1,66	67,50±1,63*
IgG, г/дм^3	9,68±0,36	10,63±1,95
IgM, г/дм^3	1,37±0,05	1,15±0,03*
IgA, г/дм^3	1,06±0,07	1,09±0,05
IgE общий, МЕ/см^3	130,51±42,09	66,37±16,73
АКТГ, пг/см^3	27,64±4,22	34,77±6,39
Кортизол, нмоль/см^3	299,05±37,02	370,80±34,70*
ТТГ, мкМЕ/см^3	3,21±0,70	1,66±0,18*
Т4 свободный, пмоль/дм^3	17,91±1,88	16,19±0,60

Примечание: * – разница достоверна по отношению к группе контроля (p<0,05).

Так, отмечена тенденция к возрастанию уровня АКТГ относительно контрольной территории, достоверных отличий выявить не удалось. Однако увеличивается шанс возрастания АКТГ при повышении концентрации бензола, стирола, толуола в крови (r^2 = 0,77–1,0 при p<0,05). Содержание кортизола наблюдалось в пределах референтного уровня, но достоверно выше его значений в группе сравнения (p<0,05). Показатели гипофизарно-тиреоидной оси ТТГ и T_4 свободный находились в диапазоне физиологической нормы, но достоверно ниже уровней в контрольной группе (ТТГ, p<0,05), что свидетельствует об изменении интенсивности обменных процессов.

Таким образом, ароматические углеводороды, поступающие с выбросами промышленных предприятий в атмосферную среду, оказывают негативное влияние на показатели здоровья детского населения. Значительные изменения затрагивают функционирование как иммунной системы (снижение фагоцитарной активности, угнетение продукции IgM, экспрессии Т-клеточных рецепторов), так и гормональную регуляцию (увеличение концентрации кортизола, пониженный уровень гормонов гипофизарно-тиреоидной оси), и приводят к дестабилизации регуляторных механизмов и снижению адаптивных возможностей развивающегося организма.

Список литературы

1. Гигиеническая оценка состояния здоровья и физического развития детей дошкольного возраста в условиях комбинированного воздействия химических факторов среды обитания / О.Ю. Устинова, А.Ю. Вандашева, А.И. Аминова и др. // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 7. – С. 8–11.

2. Регуляторные показатели иммунной системы у детей в условиях техногенной нагрузки / О.В. Долгих, Д.Г. Дианова, Д.В. Ланин и др. // Медицинская иммунология. – 2011. – Т. 13, № 4–5. – С. 468.

Сравнительная оценка уровня специфической сенсибилизации к химическим соединениям у детей и взрослых, проживающих в условиях крупного промышленного города

Е.Д. Маерова, О.В. Долгих, А.В. Кривцов, Т.С. Лыхина, К.Г. Горшкова, Р.А. Предеина, Я.Н. Чудинова, О.А. Бубнова

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,
г. Пермь, Россия

По данным ВОЗ, 7–15 % здоровья населения зависит от состояния здравоохранения, 10–15 % – от наследственности, 45–50 % – от условий окружающей среды, а в городах эта цифра достигает 70 %. Деятельность человека является причиной непрерывного процесса изменения окружающей среды. Более 60 тысяч химических соединений в виде отходов промышленности, пестицидов, средств бытовой химии, лекарственных препаратов, пищевых добавок и др. постоянно воздействуют на живые организмы, в том числе и на человека [1]. Нарастает несоответствие окружающей среды и эволюционно сформировавшихся

биологических свойств человека, в связи с глубокими изменениями среды обитания под влиянием антропогенных факторов встаёт проблема техногенно-зависимой патологии. Высокие уровни загрязнения атмосферного воздуха ароматическими углеводородами, тяжёлыми металлами характерны для городов, где размещены предприятия чёрной металлургии [2]. В условиях высокой загрязненности атмосферного воздуха, воды антропогенно обусловленные изменения здоровья чаще всего реализуются в виде иммунных нарушений. Мониторинг иммунологических показателей позволяет выявлять раннее нарушение процессов адаптации и своевременно проводить их профилактику для снижения риска развития экологически обусловленных заболеваний [3].

Цель работы – оценить уровень сенсибилизации детей и взрослых к химическим адъювантам в условиях крупного промышленного города

Материалы и методы. В качестве территории наблюдения были выбраны несколько районов крупного промышленного города Свердловской области. В результате оценки многосредового неканцерогенного риска здоровью населения г. Нижний Тагил установлено, что для жителей микрорайонов Вагонка (район № 1), Техпоселок (район № 2) и Красный камень + Центр (район № 3) существует риск развития нарушений наиболее поражаемых органов и систем (органы дыхания, система крови, ЦНС, иммунная система, процессы развития). Приоритетным путём поступления вредных веществ является ингаляционный. В качестве контрольной, условно «чистой» территории с низким уровнем химического воздействия, предложен район «Гальяно-горбуновский массив» (район № 4) при установлении причинно-следственных связей между загрязнением объектов окружающей среды и состоянием здоровья населения. Обследованы дети, постоянно проживающие и посещающие ДДУ в соответствующих районах, а также взрослые (родители детей, работники ДДУ соответствующих районов).

В ходе исследования проводилось определение уровня специфической сенсибилизации у детей и взрослых к марганцу, формальдегиду (определение содержание специфического IgE), фенолу, у детей к ванадию (по критерию содержания в крови специфического IgG) методом иммуноферментного анализа. Всего при определении уровня специфической сенсибилизации к загрязняющим агентам обследовано 145 детей и 100 взрослых группы наблюдения, 86 детей и 53 взрослых, вошедших в контрольную группу.

Статистическая обработка результатов осуществлялись с помощью пакета программ Microsoft Office и программы Statistica 6.0 и включала в себя описательную статистику и двухвыборочный *t*-критерий Стьюдента. Различия между группами считались значимыми при $p<0,05$.

Результаты и их обсуждение. По результатам сравнительной оценки показателей специфической сенсибилизации установлен повышенный по сравнению с контрольной группой уровень специфической сенситивности к марганцу, формальдегиду, фенолу (табл. 1, 2).

Таким образом, у детей наблюдается достоверное различие в содержании специфического IgG к фенолу по сравнению с контрольной группой (превышение в 2,8 раза), а также существует тенденция к повышению содержания специфического IgE к марганцу и формальдегиду. У взрослого населения выявлено достоверное различие в содержании специфических антител ко всем исследуемым сенсибилизаторам.

Таблица 1

Уровни специфической сенсибилизации к различным агентам у детей

Параметр	Группа наблюдения	Контрольная группа
Марганец (Ig E), МЕ/мл	0,927±0,099	0,706±0,142
Формальдегид (Ig E), МЕ/мл	0,845±0,090	0,682±0,127
Фенол (Ig G), усл. ед.	0,136±0,018*	0,048±0,026
Ванадий (Ig G), усл. ед.	0,112±0,013	0,094±0,023

Примечание: * – достоверное различие с группой контроля (p<0,05).

Таблица 2

Уровни специфической сенсибилизации к различным агентам у взрослых

Параметр	Группа наблюдения	Контрольная группа
Марганец (Ig E), МЕ/мл	0,755±0,110*	0,447±0,096
Формальдегид (Ig E), МЕ/мл	1,134±0,148*	0,420±0,091
Фенол (Ig G), усл. ед.	0,161±0,030*	0,088±0,027

Примечание: * – достоверное различие с группой контроля (p<0,05).

Выводы. Данные результаты свидетельствуют о том, что фенол является приоритетным фактором нагрузки, способным модифицировать иммунный ответ, на исследуемой территории. Наблюдаемые различия между детским и взрослым населением по уровню сенсибилизации к другим загрязняющим агентам на данной территории, а именно к марганцу и формальдегиду (у детей данные показатели недостоверны), могут быть объяснены более длительным временем экспозиции данными веществами у взрослых по сравнению с детьми. В то время как организм взрослого человека подвержен многолетнему воздействию неблагоприятных экологических и производственных факторов, организму ребёнка времени экспозиции недостаточно для формирования специфической сенсибилизации.

Список литературы

1. Зайцева Н.В., Долгих О.В., Дианова Д.Г. Особенности клеточного звена иммунитета у детей в условиях внешнесредовой экспозиции толуолом, формальдегидом, фенолом // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, № 5. – С. 341–343.

2. Ревич Б.А. Загрязнение окружающей среды химическими веществами и экологически обусловленные изменения состояния здоровья населения в городах России // Экологическая безопасность России: материалы Всероссийской конференции. – М., 2000. – С. 2–7.

3. Регуляторные показатели иммунной системы у детей в условиях техногенной нагрузки / О.В. Долгих [и др.] // Медицинская иммунология. – 2011. – Т. 13, № 4–5. – С. 468.

Генетические ассоциации в условиях внешнесредовой нагрузки стронцием у детей

О.В. Долгих[1], А.В. Кривцов[1], К.Г. Горшкова[1], Р.А. Предеина[1], Д.Г. Дианова[1], Е.Д. Маерова[1], Т.С. Лыхина[1], О.А. Бубнова[3], Я.Н. Чудинова[2]

[1] Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,
[2] Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
[3] Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
г. Пермь, Россия

Актуальной гигиенической проблемой является разработка методологии выявления адаптивности отдельного человека и популяции к действию чужеродных химических соединений, связанной с полиморфизмом генов. К ключевым полиморфизмам, отражающим характер и особенности адаптации организма к факторам среды, являются полиморфизмы генов детоксикации, к которым относятся гены цитохрома Р-450 *CYP1A1*, копропорфириногеноксидазы *CPOX*. Взаимодействие факторов окружающей среды и процессов иммунологического гомеостаза характеризуют, в том числе, полиморфизмы генов детоксикации [1–4].

Вследствие генетической гетерогенности популяции человека в ней присутствуют индивиды, генетические особенности которых обусловливают повышенную чувствительность к действию химических веществ.

Восприимчивость организма к воздействию техногенных факторов в значительной мере зависит от генетических особенностей, определяющих состояние внутриклеточных белков, белков внеклеточного матрикса, белков эндотелия сосудов. К ключевым полиморфизмам, реализующим взаимодействие факторов окружающей среды и процессов иммунологического гомеостаза, относятся полиморфизмы патогенетических генов, в том числе фермента первой фазы детоксикации цитохрома Р450, эндотелиального фактора роста (*VEGF*), траскрипционного фактора р53 (TP53), матричной металлопротеиназы.

Восприимчивость организма к воздействию техногенных химических факторов в значительной мере зависит от особенностей генетических ассоциаций, определяющих состояние генов, отвечающих за экспрессию ферментов детоксикации, участвующих в реализации этого процесса.

Гены, кодирующие ферменты системы детоксикации, характеризуются генетическим полиморфизмом и обнаруживают существенные популяционные, этнические и расовые вариации, связанные с исторически сложившимися традициями,

различиями продуктов питания, географической средой обитания, эпидемиями инфекционных заболеваний и пр. [4].

Суперсемейство цитохромов Р-450 (*CYP*-450) отвечает за микросомальное окисление и представляет собой группу ферментов, имеющих множество изоформ (более 1000), которые не только осуществляют метаболизм лекарств, но и участвуют в синтезе стероидных гормонов, холестерина и других веществ.

Ген *CPOX* кодирует синтез фермента копропорфириногеноксидазы, который катализирует окислительное декарбоксилирование металлопорфиринов. Металлопорфирины являются макроциклическими комплексами металлов (Mn, Co, Fe, Hg) и гетероциклических органических соединений (пиррол) и отличаются от бесчисленного множества других групп макроциклических комплексов тем, что являются ароматическими макроциклами с уникальной сопряженной σ-системой. В этом сопряженном состоянии металлы проявляют свою биологическую активность. При нарушении синтеза металлопорфиринов, обусловленных дефектом гена, происходит накопление неактивных форм металлоорганических соединений в печени, селезенке, коже и вызывает развитие симптомов интоксикации – гипербилирубинемию, гемолитическую анемию, повышение чувствительности к солнечному свету, неврологические нарушения, злокачественные опухоли [2].

Ген p53 – онкосупрессор, его продукт – белок p53 – контролирует ответ клетки на различные виды стресса, включая повреждения ДНК химическими и физическими агентами, нарушения микротрубочек цитоскелета, активацию онкогенов, гипоксию, гипертермию и др. Активация гена p53 ведет к остановке пролиферации клетки и к включению в ней программы апоптоза – запрограммированной клеточной гибели.

Основные отличия *MMP* от других эндопептидаз – зависимость от ионов металлов, способность разрушать структуры внеклеточного матрикса, специфическая эволюционная последовательность ДНК. Семейство внеклеточных цинк-зависимых эндопептидаз способно разрушать все типы белков внеклеточного матрикса. Матриксные металлопротеиназы (*MMP*) играют центральную роль в обмене белков соединительной ткани, в процессах нормального развития матрикса, при онкогенной трансформации клеток, при ангиогенезе и патологии, ассоциированной с клеточной пролиферацией.

Фактор *VEGF* и его рецепторы (*VEGFR*) – играют решающую роль в ангиогенезе, а следствием блока ангиогенеза являются гипоксия, эндотелиальная дисфункция, в результате чего усугубляется клиническая картина многих заболеваний (сердечно-сосудистых, органов дыхания, заболеваний печени и др.).

Применение современных молекулярно-генетических технологий, в частности ПЦР, служит основой создания критериев комплексной оценки воздействия химических факторов на адаптацию организма, с дальнейшей коррекцией иммунного ответа и состояния сосудистой системы и, как следствие, повышения здоровья населения.

Цель работы – оценка особенностей полиморфизма ключевых патогенетических генов у детей в условиях воздействия комбинации техногенных факторов (шума, бензола, формальдегида, марганца) на примере ДНК-полиморфизма генов эндотелиальных факторов.

Материалы и методы. При углубленном изучении состояния здоровья детского населения г. Кунгура выполнено генетическое и иммунологическое диагностическое обследование 113 детей в возрасте от 3 до 7 лет, постоянно проживающих в эндемичной зоне, характеризующейся повышенным содержанием стронция в подземных водах, при этом группу контроля составили 57 детей, проживающих

на территории, на которой уровень качества воды по содержанию стронция является допустимым.

Обследование включало в себя изучение показателей гиперчувствительности (определение содержания IgE общего, IgE специфического к стронцию методом ИФА), показателей пролиферативных реакций (содержание CEA, CA 19-9 методом ИФА), маркера состояния эндотелия сосудов (*VEGF*-эндотелиальный фактор роста).

Исследование биосред на содержание металлов (мг/дм^3) выполнено методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой.

Забор материала для ПЦР проводился методом взятия мазков со слизистой оболочки ротоглотки. Затем выделяли 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, в основе которой – реакция амплификации и детекция продуктов этой реакции в режиме реального времени с помощью флюоресцентных меток, которыми предварительно помечают используемые для реакции амплификации праймеры. Для одновременной детекции нескольких продуктов реакции используют разные флюоресцентные метки и зонды (мультиплексная ПЦР). В качестве праймеров применяли участок ДНК генов эндотелиального фактора роста (*VEGF*) цитохрома (*CYP1A1*), *MMP9*, *CPOX*, p53. 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.

Результаты и их обсуждение. Анализ проб питьевой воды на исследуемой территории в г. Кунгуре установил превышение гигиенических нормативов качества питьевой воды по стронцию (1,35 ПДК) в среднем за весь период наблюдения, что не соответствует установленным требованиям ГН 2.1.5.1315-03 и СанПиН 2.1.4.1074-01. В то же время качество питьевой воды на территории проживания детей группы сравнения полностью отвечало санитарно-гигиеническим нормам.

Химико-аналитическое исследование показало в крови детей исследуемой территории повышенные относительно контрольной группы уровни химических контаминантов, кратность превышения составила по мышьяку в 3,7–6,5 раза, по марганцу – в 1,2–1,78 раза, по никелю – в 1,12–1,4 раза, по стронцию – в 2,5–3,6 раза (p<0,05).

Результаты клинико-лабораторного обследования (табл. 1) выявили значительные сдвиги в функционировании иммунной системы. Так, по сравнению с референтным уровнем наблюдалось угнетение фагоцитарной активности по показателям относительного количества фагоцитов, фагоцитарного числа и фагоцитарного индекса (p<0,05) у 28,8, 59,6 и 40,4 % детей соответственно. Кроме того, было отмечено достоверное снижение фагоцитарного числа и фагоцитарного индекса в исследуемой группе относительно контрольных значений. Содержание сывороточных иммуноглобулинов находилось в пределах возрастной нормы, однако у 50 % детей уровень IgM был достоверно ниже по критерию кратности превышения нормы. По сравнению с контрольной группой показано уменьшение продукции IgM и IgA, различия достоверны по кратностям превышения (p<0,05).

Одновременно оценивали общую и специфическую сенсибилизацию детского организма в условиях экспозиции стронцием. Уровень IgE общего у 71,7 %

проб был значительно выше возрастной нормы ($p<0,05$), хотя достоверных различий с контрольной группой выявить не удалось. Также определяли маркер специфической сенсибилизации к стронцию – специфический IgG к стронцию, уровень которого достоверно превышал аналогичный показатель в группе сравнения в 1,8 раза.

Таблица 1

Сравнительный анализ показателей иммунного статуса у детей

Показатель	Контрольная группа (n = 113)	Группа наблюдения (n = 57)
Абсолютный фагоцитоз, 10^9/дм^3	2,091±0,232	1,725±0,286
Процент фагоцитоза, %	48,466±2,767	44,192±4,234
Фагоцитарное число, усл. ед.	0,872±0,071	0,72±0,093*
Фагоцитарный индекс, усл. ед.	1,739±0,044	1,574±0,063*
IgG, г/дм^3	9,928±0,33	10,064±0,376
IgM, г/дм^3	1,363±0,054	1,295±0,062
IgA, г/дм^3	1,305±0,053	1,296±0,065
IgE общий, МЕ/см^3	128,489±31,167	162,336±44,692
IgG к стронцию, усл. ед.	0,126±0,018	0,211±0,027*
VEGF, пг/мл	161,82±147,519	285,347±29,377*
CA-19-9, Ед/мл	12,981±3,657	11,725±2,182
КЭА, нг/см^3	0,663±0,15	0,985±0,654
Кортизол, нмоль/см^3	495,888±50,659	359,336±46,988*

Примечание: * – разница достоверна по отношению к группе контроля ($p<0,05$).

Содержание маркера состояния эндотелия сосудов (*VEGF*-эндотелиальный фактор роста) не отличалось от физиологической нормы у детей исследуемой группы, однако было в 1,77 раза выше соответствующего показателя группы контроля с достоверностью выявленных различий

Проведена индикация особенностей полиморфизма генов *CYP1A1*, *MMP9*, p53, *CPOX*, *VEGF* (табл. 2).

Установлены негативные ассоциации полиморфизма генов детоксикации (*CYP1A1*, *CPOX*), характеризующиеся повышенной над группой контроля распространенностью гетерозиготного варианта гена *CYP1A1* в 2 раза, а также минорного гомозиготного варианта гена *CPOX*, при отсутствии патологического аллельного варианта CC в группе контроля (табл. 2). Выявленные ассоциации усугубляются тем, что у детей, экспонированных стронцием, в 1,5 раза повышена частота минорной гомозиготы гена *MMP9*, а также гетерозиготы гена TP53 (в 1,3 раза), что указывает на наличие негативной генетической вариабельности с предрасположенностью к онкологическим и аутоиммунным заболеваниям.

Для полиморфизма генов пролиферации эндотелия (*VEGF*) характерно преобладание как минорной гомозиготы (в 1,5 раза), так и гетерозиготного генотипа (в 1,3 раза) по сравнению с группой контроля.

Таким образом, представленные данные свидетельствуют о негативных генетических ассоциациях воздействия комбинированной шумовой и химической техногенной нагрузки на детей, проявления которой способствуют формированию иммунопролиферативных состояний, патогенетически связанных с преимущественно минорными полиморфизмами генов эндотелиальных факторов.

Таблица 2

Распределение частот генов *VEGF*, *CYP1A1*, *TP53*, *MMP9*, *CPOX* у детей, потребляющих воду, содержащую стронций (%)

Генотип/аллель		Группа наблюдения, $n = 115$	Группа контроля, $n = 48$
VEGF	GG	49	62
	GC	42	32
	CC	9	6
	G	70	78
	C	30	22
CYP1A1	GG	87	94
	GA	13	6
	AA	0	0
	G	93	97
	A	7	3
TP53	CC	45	51
	GC	48	38
	GG	7	11
	C	69	70
	G	31	30
MMP9	AA	35	41
	GA	43	45
	GG	22	14
	A	56	64
	G	44	36
CPOX	AA	74	69
	CA	23	31
	CC	3	0
	A	86	84
	C	14	16

Применение современных молекулярно-генетических технологий, в частности ПЦР, послужит основой создания критериев комплексной оценки воздействия химических факторов на адаптацию организма, с дальнейшей коррекций иммунного ответа, и, как следствие, повышения здоровья населения

Список литературы

1. Иммунологические и генетические маркеры воздействия ароматических углеводородов на работающих / О.В. Долгих, А.В. Кривцов, А.М. Гугович, Р.А. Харахорина, Д.В. Ланин, Т.С. Лыхина, М.А. Сафонова // Медицина труда и промышленная экология. – 2012. – № 12. – С. 30–33.

2. Иммунные и ДНК-маркеры воздействия техногенной нагрузки / О.В. Долгих, А.В. Кривцов, Р.А. Харахорина, Д.В. Ланин // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2012. – № 4. – С. 240–241.

3. Особенности иммунного и генетического статуса у женщин в условиях производства / О.В. Долгих, А.В. Кривцов, Т.С. Лыхина, А.М. Гугович, Р.А. Харахорина // Российский иммунологический журнал. – 2012. – Т. 6 (14), № 2 (1). – С. 50–51.

4. Полиморфизм гена фактора некроза опухоли и гена CPOX у работающих в условиях химического производства / О.В. Долгих, А.В. Кривцов, Д.Г. Дианова, А.М. Гугович, Р.А. Харахорина // Медицина труда и промышленная экология. – 2011. – № 11. – С. 29–32.

Изменение иммунологических и нейроэндокринных показателей у детей в условиях комбинированной внешнесредовой аэрогенной нагрузки

К.Г. Горшкова, О.В. Долгих

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,
г. Пермь, Россия

В связи со сложной демографической ситуацией, которая наблюдается в настоящее время, и ростом общей и неинфекционной заболеваемости важнейшее значение приобретает проблема сохранения здоровья детского контингента, особенно в условиях санитарно-гигиенического неблагополучия среды обитания. Наиболее интенсивно техногенному изменению подвергаются территории крупных промышленных центров, и в результате население становится объектом воздействия целого комплекса химических факторов, загрязняющих атмосферную среду города. Опасность данного вида техногенной нагрузки чрезвычайно велика в связи с постоянным и непосредственным проникновением во внутреннюю среду организма поллютантов различной химической природы, их возможным комбинированным действием и массовостью поражающего эффекта. Среди приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха можно назвать взвешенные вещества (2,35 % проб с превышением $ПДК_{м.р.}$ в 2012 г. на территории РФ), бенз(а)пирен (1,90 %), углерода оксид (1,79 %), формальдегид (1,78 %), сероводород (1,68 %), фенол и его производные (1,60 %) [3].

В условиях ухудшающейся экологической обстановки весьма актуальным становится мониторинг состояния здоровья детского населения, поскольку именно детский организм с еще несформировавшимися адаптационными и регуляторными механизмами, системой детоксикации наиболее чувствительно реагирует на подобные изменения внешнесредовой нагрузки. Экологически неблагополучные территории характеризуются высокой частотой заболеваний органов дыхания, аллергических реакций, нейровегетативных и эндокринных дисфункций, отставаний в физическом и нервно-психическом развитии [1, 2].

Цель работы – оценка изменений нейроэндокринных и иммунологических показателей у детского контингента в условиях повышенного содержания в крови гидроксилированных ароматических углеводородов и металлов (на примере г. Перми).

Материалы и методы. Было выполнено обследование 264 детей в возрасте 3–7 лет, посещающих детские дошкольные учреждения и постоянно проживающих на территории крупного промышленного узла г. Перми в зоне интенсивного воздействия химических факторов, среди которых необходимо выделить органические соединения – фенол и его производные, в том числе крезолы, а также тяжелые металлы: хром, свинец и марганец. Группу контроля составили 74 ребенка, которые подвергались минимальному влиянию техногенного загрязнения среды обитания. Группы были сопоставимы по полу и возрасту, соматической заболеваемости.

Определение органических соединений в биосредах выполняли методом газовой хроматографии, металлов – методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Содержание сывороточных иммуноглобулинов изучали методом радиальной иммунодиффузии по Манчини, концентрацию IgE общего, кортизола, АКТГ, T_4 свободного, ТТГ, серотонина – методом иммуноферментного анализа с помощью тест-систем. Фагоцитарную активность лейкоцитов определяли с использованием в качестве объекта фагоцитоза формалинизированных эритроцитов барана.

Результаты и их обсуждение. В крови детей, которые подвергались воздействию вредных химических факторов, обнаружено присутствие токсичных примесей, характерных для выбросов производственных объектов исследуемой территории. Химико-аналитическое исследование позволило установить наличие фенола, о-, м-крезола, марганца, свинца и хрома в концентрациях, превышающих аналогичные показатели контрольной группы в 2,0–3,1 раза ($p<0,05$).

Параллельно проводилось клинико-лабораторное обследование детей, проживающих на техногенно измененных территориях (таблица). У них были обнаружены существенные изменения в работе иммунной системы как со стороны клеточного, так и гуморального звена. У 33,6 % выявлен повышенный процент фагоцитоза и у 29,6 % – стимуляция по абсолютному фагоцитозу ($p<0,05$) по сравнению с показателями физиологической нормы. Одновременно по отношению к контрольной группе наблюдался достоверно пониженный уровень относительного количества фагоцитов и фагоцитарного числа ($p<0,05$).

Установлены разнонаправленные изменения содержания сывороточных иммуноглобулинов A, M и G с преимущественным дефицитом IgM и IgA (80,7 и 53,4 % детей соответственно), изменения достоверны по критерию кратности различия с возрастной нормой ($p<0,05$). Кроме того, по сравнению с аналогичными показателями контрольной группы достоверно снижено содержание IgM (в 1,25 раза) у детей исследуемой группы ($p<0,05$), а также повышена продукции IgG и IgA.

Оценка отношения шансов негативного изменения иммунологических тестов при возрастании концентрации контаминантов в биологических средах позволила получить адекватные модели, отражающие связь содержания загрязняющих веществ в крови с вероятностью повышения или понижения изучаемого показателя. Так, было установлено достоверное снижение абсолютного фагоцитоза и фагоцитарного числа при увеличении концентрации фенола, м-крезола ($r^2 = 0,85$ при $p<0,05$) и о-крезола ($r^2 = 0,76$ при $p<0,05$) в крови, уменьшение концентрации IgM при увеличении концентрации м-крезола в крови ($r^2 = 0,76$ при $p<0,05$).

Показатели CD-иммунограммы находились в пределах референтных значений, за исключением снижения относительного содержания $CD95^+$ клеток, достоверного по кратностям превышения нормы. По сравнению с контрольными значениями отмечено повышение относительного содержания $CD16^+56^+$ клеток, а также снижение относительного и абсолютного числа $CD25^+$ лимфоцитов и относительного количества $CD3^+$ лимфоцитов (p<0,05). Полученные данные свидетельствуют о существовании избыточной или хронической антигенной супрессии у детского контингента основной группы. Причем согласно результатам математического моделирования, увеличиваются шансы снижения пула $CD95^+$ и $CD25^+$ лимфоцитов при повышении концентрации фенола и м-крезола в крови (r^2 = 0,24–0,90 при p<0,05), а также повышение $CD16^+56^+$, $CD19^+$ лимфоцитов при увеличении уровня фенола, м-крезола (r^2 = 0,38–0,86 при p<0,05).

По уровню общей сенсибилизации 43,9 % детей имели повышенное, по сравнению с возрастной нормой, содержание IgE общего (p<0,05). Однако достоверных отклонений по отношению к группе контроля не наблюдалось. В то же время маркер специфической сенсибилизации к фенолу (специфический IgG к фенолу) достоверно превышал возрастную норму – 0,250±0,127 усл. ед. при норме <0,13 (p<0,05) и аналогичный уровень в контрольной группе в 1,3 раза (p<0,05).

Иммунные и нейроэндокринные показатели крови детей
на фоне техногенного загрязнения

Показатель	Контрольная группа (n = 74)	Группа наблюдения (n = 264)	Межгрупповое различие по средним (p)
Абсолютный фагоцитоз, 10^9/дм^3	2,94±0,26	2,69±0,15	0,097
Процент фагоцитоза, %	65,31±2,24	55,11±1,22	0,000
Фагоцитарное число, усл. ед.	1,17±0,06	0,95±0,03	0,000
Фагоцитарный индекс, усл. ед.	1,77±0,05	1,7±0,03	0,026
$CD16^+56^+$-лимфоциты, абс., 10^9/дм^3	0,29±0,04	0,35±0,05	0,054
$CD16^+56^+$-лимфоциты, отн., %	9,71±1,13	11,92±1,49	0,020
$CD3^+CD25^+$-лимфоциты, абс. 10^9/дм^3	0,19±0,02	0,15±0,01	0,004
$CD3^+CD25^+$-лимфоциты, отн., %	6,39±0,66	5,25±0,43	0,004
$CD3^+$-лимфоциты, абс., 10^9/дм^3	2,16±0,22	1,96±0,12	0,112
$CD3^+$-лимфоциты, отн., %	70,84±1,66	67,1±1,46	0,001
IgG, г/дм^3	9,7±0,37	10,31±0,2	0,004
IgM, г/дм^3	1,36±0,05	1,13±0,03	0,000
IgA, г/дм^3	1,05±0,07	1,18±0,04	0,001
IgE общий, МЕ/см^3	132,0±42,57	106,12±16,27	0,259
АКТГ, пг/см^3	27,63±4,22	21,61±5,9	0,090
Кортизол, нмоль/см^3	299,05±37,02	374,33±40,03	0,006
Серотонин, нг/см^3	278,3±23,57	424,72±33,61	0,000
ТТГ, мкМЕ/см^3	3,21±0,7	2,01±0,12	0,000
Т4 свободный, пмоль/дм^3	17,91±1,88	15,81±0,35	0,022

Также были исследованы данные нейроэндокринной регуляции. В гипофизарно-надпочечниковой системе отмечена тенденция к снижению уровня АКТГ относительно контрольной территории, достоверных отличий выявить не удалось. Содержание кортизола находилось в пределах референтного уровня, но достоверно выше его значений в группе сравнения (p<0,05). На снижение интенсивности обменных процессов указывают показатели гипофизарно-тиреоидной оси ТТГ и T_4

свободный, которые хотя и соответствовали физиологической норме, но были достоверно ниже контрольных значений ($p<0,05$). Кроме того, наблюдались повышенные концентрации серотонина в крови 42,5 % детей, проживающих на исследуемой территории, изменения достоверны по кратностям превышения возрастной нормы, а также по отношению к показателям на территории сравнения ($p<0,05$). Подобные изменения свидетельствуют о вероятности нарушения нейровегетативной регуляции, а в комбинации с изменениями эндокринной системы – о снижении общей резистентности исследуемого детского контингента.

Оценка отношения шансов изменения теста при возрастании концентрации контаминантов в биологических средах позволила установить достоверное ($p<0,05$) повышение содержания кортизола при увеличении в крови концентрации о-крезола ($r^2 = 0,78$ при $p<0,05$) и серотонина при увеличении концентрации м-крезола ($r^2 = 0,80$ при $p<0,05$).

Таким образом, у детского контингента, постоянно проживающего на техногенно измененной территории, выявлены существенные нарушения в работе важнейших регуляторных систем организма, которые затрагивают клеточное звено иммунитета – угнетение фагоцитарной активности, экспрессии Т-клеточных рецепторов; гуморальный иммунитет – снижение продукции IgM и IgA, повышение специфической сенсибилизации к компонентам факторной нагрузки. Наблюдаются нарушения нейроэндокринной регуляции – уменьшение уровня гормонов гипофизарно-тиреоидной оси, возрастание концентрации кортизола и серотонина. Полученные данные свидетельствуют о негативном влиянии фенола и о-, м-крезолов, тяжелых металлов, загрязняющих атмосферный воздух, на показатели функциональной реактивности иммунной и нейроэндокринной систем и адаптивные возможности детского организма.

Список литературы

1. Долгих О.В., Лыхина Т.С. Особенности содержания специфического IgE и уровня раннего и позднего маркеров клеточной активации у детей с аллергопатологией в условиях техногенной нагрузки // Вестник уральской медицинской академической науки. – 2011. – № 2/2 (35). – С. 84.

2. Гигиеническая оценка состояния здоровья и физического развития детей дошкольного возраста в условиях комбинированного воздействия химических факторов среды обитания / О.Ю. Устинова, А.Ю. Вандашева, А.И. Аминова [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 7. – С. 8–11.

3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2012 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2013. – 176 с.

Раздел VI

Экспериментальные исследования, математическое моделирование

Современные подходы к моделированию инфекционной патологии, вызванной вирусом Эпштейна–Барр

Е.В. Анисенкова, Е.Н. Филатова, О.В. Уткин

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Нижегородский научно-исследовательский институт эпидемиологии
и микробиологии имени академика И.Н. Блохиной»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека,
г. Нижний Новгород, Россия

Вирус Эпштейна–Барр (ВЭБ) – представитель семейства *Herpesviridae*, поражающий более чем 90 % городского населения всех стран мира. Заболевание характеризуется пожизненной латентной персистенцией с периодической реактивацией в организме носителя. С ВЭБ ассоциировано развитие множества злокачественных новообразований, таких как лимфома Беркитта, Ходжкинская лимфома, СПИД-ассоциированные В-клеточные лимфомы, Т-клеточные лимфомы и другие [1, 3]. На сегодняшний день механизмы персистенции вируса в организме человека и сохранения его в латентном состоянии до конца не выяснены. Вследствие повсеместного распространения ВЭБ и высокой клинической значимости заболевания, изучение данной инфекции является актуальной проблемой современной эпидемиологии.

Для изучения особенностей протекания ВЭБ-инфекции необходимо создание достоверной и корректной модели, учитывающей особенности молекулярно-генетических и иммунологических аспектов взаимодействия вируса с организмом хозяина. Релевантность модели особенно важна при изучении вопроса латентной персистенции инфекции – процесса, в реализации которого задействован целый комплекс различных клеточных и гуморальных факторов.

Для ВЭБ характерен двойной тропизм: основным резервуаром вируса являются В-клетки, однако его также можно обнаружить в клетках эпителиального происхождения [8]. Показана способность ВЭБ поражать, активно реплицироваться и латентно персистировать в эпителии ротоглотки *in vivo*. При этом В-лимфоциты и эпителиальные клетки способны служить взаимным источником инфекции друг для друга. Наиболее ярко описанные процессы проявляются в слизистой оболочке миндалин [6]. Роль клеток эпителиального происхождения в развитии ВЭБ-инфекции высока и должна учитываться при построении релевантной модели заболевания.

Одним из возможных путей решения проблемы является изучение животных модельных систем *in vivo*. Широкое применение нашла экспериментальная животная модель макаки-резус, являющейся естественным хозяином *Rhesus lymphocryptovirus* – вируса приматов, имеющего высокую гомологию с ВЭБ. Исследования данной модели способствовали современному пониманию механизмов динамического взаимодействия ВЭБ с организмом хозяина во время развития острой и латентной стадии инфекционного процесса и обеспечили создание новой платформы для конструирования вакцин, направленных против ВЭБ [10]. Однако применение животных моделей имеет ряд ограничений: поиск неинфицированных особей в естественной популяции затруднен

вследствие широко распространенного носительства, исследования на животных относительно дороги, интерпретация полученных данных сложна. Также имеется ряд этических аспектов, затрудняющих использование животных в научных целях.

При изучении ВЭБ-инфекции *in vitro* определенный интерес представляет использование изолированной тканевой культуры назофарингеальной карциномы человека. Данное новообразование характеризуется уникальным микроокружением, в котором инфицированные ВЭБ опухолевые клетки эпителиального происхождения находятся в окружении постоянно инфильтрующих ткань клеток иммунной системы [6]. Однако применение подобных моделей затруднено сложностью получения биоматериала, необходимого для их создания, недолговечностью тканевой культуры, а также прямой зависимостью качества материала от свойств донора, а следовательно, низкой воспроизводимостью результатов.

В связи с недолговечностью первичных тканевых культур были предприняты попытки получения постоянных клеточных линий на основе назофарингеальных новообразований, восприимчивых к ВЭБ. Начиная с 1975 г., выведено более 20 эпителиальных клеточных линий на основе ВЭБ-положительной назофарингеальной карциномы, однако практически все из них не способны к сохранению экспрессии транскриптов вируса при культивировании более 42 пассажей [4].

Применение иных постоянных культур клеток эпителиального происхождения показало, что для инициации и поддержания устойчивого и функционально полноценного цикла репликации ВЭБ *in vitro* необходимо проведение совместного культивирования эпителиальных клеток с клетками-продуцентами ВЭБ. При этом выявлено, что для эффективного инфицирования необходим непосредственный межклеточный контакт клеток-доноров и клеток-реципиентов ВЭБ [7, 9]. Так, при исследовании 27 постоянных клеточных линий эпителиального происхождения и линий фибробластов человека заражение свободными вирусными частицами ВЭБ приводило к поражению лишь 4 из них, тогда как совместное культивирование с ВЭБ-инфицированными лимфоцитами обеспечивало развитие полноценной инфекции в 18 из исследованных линий [5].

In vitro модельные системы, использующие совместное культивирование клеток лимфоидного и эпителиального происхождения, также являются важным инструментом для изучения взаимодействия ВЭБ и факторов иммунной системы организма хозяина. Показано, что ВЭБ-инфицированные эпителиальные клетки способны повышать продукцию интерлейкина-10 моноцитами, обеспечивая локальную иммуносупрессию. Совместное культивирование клеток различного типа может раскрыть и другие механизмы постоянной персистенции и ухода латентно инфицированных ВЭБ клеток от иммунного надзора организма хозяина [3].

Таким образом, *in vitro* модели, основанные на совместном культивировании эпителиальных и иммунокомпетентных клеток, являются перспективным инструментом для изучения различных аспектов взаимодействия ВЭБ и организма хозяина. Применение подобных моделей способно ответить на многие вопросы, связанные не только с механизмом инфицирования и репликации вируса в клетках носителя, но и с механизмом персистенции вируса в латентном состоянии и его периодической реактивации.

Список литературы

1. Chen C., Li D., Guo N. Regulation of cellular and viral protein expression by the Epstein-Barr virus transcriptional regulator Zta: implications for therapy of EBV associated tumors // Cancer Biol. Ther. – 2009. – Vol. 8. – P. 987–995.

2. Epstein-Barr virus and its replication / E.D. Kieff, A.B. Rickinson et al. // J. Virol. – 2007. – Vol. 67 – P. 2603–2654.

3. Epstein-Barr Virus Zta-induced immunomodulators from nasopharyngeal carcinoma cells upregulate Interleukin-10 production from monocytes / L. Chien-Hsun, Y. Tzu-Hao et al. // Jour. of Virol. – 2011. – Vol. 85. – P. 7333–7342.

4. Gullo C., W.K., Teoh G. Association of Epstein-Barr virus with nasopharyngeal carcinoma and current status of development of cancer-derived cell lines // Anim. Acad. of Medicine. – 2008. – Vol. 37, № 9. – P. 769–777.

5. Imai S., Nishikawa J., Takada K. Cell-to-cell contact as an efficient mode of Epstein-Barr virus infection of diverse human epithelial cells // J. Virol. – 1998. – Vol. 72. – P. 4371–4378.

6. Pegtel D.M., Middeldorp J., Thorley-Lawson D.A. Epstein-Barr virus infection in ex vivo tonsil epithelial cell cultures of asymptomatic carriers // J. of Virol. – 2004. – Vol. 78. – P. 12613–12624.

7. Persistent productive Epstein-Barr virus replication in normal epithelial cells in vivo / D.M. Walling, C.M. Flaitz et al. // J. Infect. Dis. – 2001. – Vol. 184. – P. 1499–1507.

8. Roizman B., Pellett P.E. The family Herpesviridae: a brief introduction // J. Virol. – 2001. – Vol. 2. – P. 2381–2397.

9. Tugizov S.M., Berline J.W., Palefsky J.M. Epstein-Barr virus infection of polarized tongue and nasopharyngeal epithelial cells // J. Nat. Med. – 2003. – Vol. 9. – P. 307–314.

10. Wang F. Nonhuman primate models for Epstein-Barr virus infection // J. Curr. opinion in virol. – 2013. – Vol. 3. – P. 233–237.

Медико–биологические аспекты изменения соотношения административного и астрономического времени на территории РФ

О.С. Новикова[1], Д.А. Кирьянов[2]

[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
[2]Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,
г. Пермь, Россия

Актуальность представленной работы определяется необходимостью получения достоверной и объективной информации об оптимальной зоне временного десинхроноза, в которой коэффициент инсоляции максимален, а также о влиянии временного десинхроноза на состояние здоровья человека.

Цель работы – оценить влияние отклонения административного времени относительно астрономического на состояние здоровья населения по медико-биологическим критериям.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

– во-первых, проведен анализ изменений системы времяисчисления в России в историческом аспекте;

– во-вторых, выполнен обзор научных исследований, посвященных медико-биологическим аспектам влияния системы времяисчисления на здоровье человека;

– в-третьих, проведен сбор и организация данных по состоянию здоровья населения и параметрам времяисчисления в разрезе субъектов РФ;

– в-четвертых, проанализировано влияние отклонения административного времени от астрономического на состояние здоровья населения.

История преобразований в вопросе времяисчисления на территории Российской Федерации насчитывает почти сто лет. Наиболее значимыми датами для страны являются:

1. Июль 1917 г. – введение летнего времени в России с целью более рационального использования светлого времени суток и экономии электроэнергии на освещении.

2. Июль 1919 г. – введение поясного времени в РСФСР.

3. Июнь 1930 г. – введение декретного времени в СССР.

4. Март 1991 г. – отмена декретного времени.

5. Январь 1992 г. – введение системы исчисления времени «поясное время плюс 1 час» (фактический возврат декретного времени) в Российской Федерации.

6. Март 2010 г. – изменение границ часовых поясов в Российской Федерации, сокращение числа часовых поясов с 11 до 9.

7. Март 2011 г. – введение летнего времени в Российской Федерации, с этого момента переход на поясное время больше не осуществлялся.

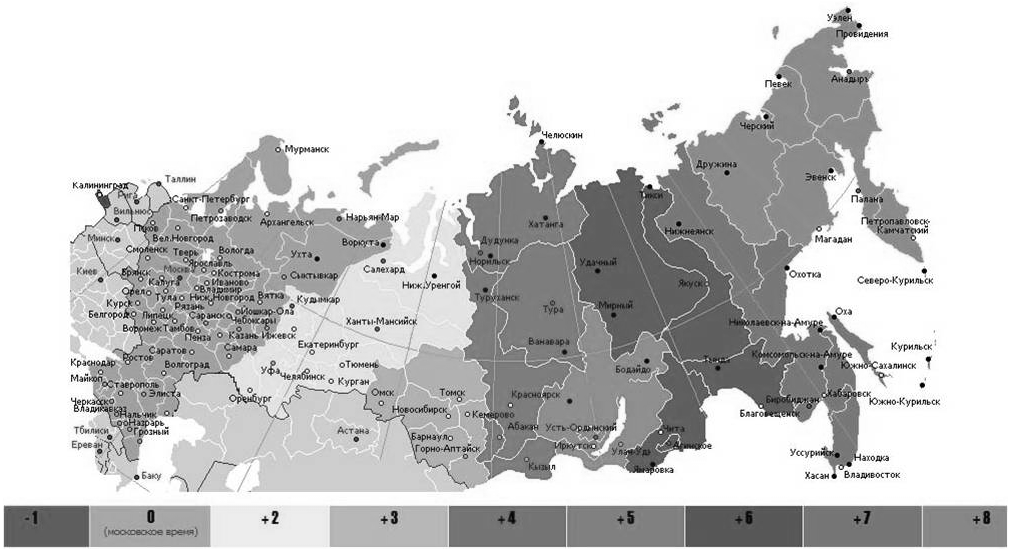


Рис. 1. Карта часовых поясов России

На карте часовых поясов (рис. 1) видно, что в настоящее время сокращение часовых поясов с 11 до 9 привело к отсутствию часовых зон MSK +1 и MSK +9. Регионы, ранее находящиеся в этих часовых зонах, были перемещены в соседние, такие как: Самарская область, Республика Удмуртия, Кемеровская область, Камчатский край и Чукотский автономный округ, что привело к дополнительным изменениям в отклонении административного времени от астрономического.

Актуальность проблемы и решения правительства об изменении системы времяисчисления на территории России определили интерес научных коллективов к исследованиям в этой области. Среди всего разнообразия исследований, посвященных этому вопросу, выделяются работы, в основе которых лежат «географический» и «медико-биологический» подходы.

Анализ показал, что даже при одинаковых методах и подходах в решении вопроса, ученые не смогли прийти к консенсусу. Их мнения расходятся, и выдвигаются неоднозначные гипотезы для решения поставленной задачи. Один из основных представителей географического подхода – доцент А.В. Панин предлагает оставить летнее время на весь год и избежать неудобств с переводом часов, в свою очередь представитель Департамента государственной политики Н.Ю. Новиков предлагает найти оптимальное количество часовых зон и оставлять то время, когда население будет получать максимальный коэффициент инсоляции.

Представитель медико-биологического подхода – академик С.И. Колесников считает, что все изменения во времени носят лишь политический характер, и нет никакого воздействия на состояние здоровья человека. С точки зрения профессора С.И. Рапопорта, необходимо оставить зимнее время на весь год, так как оно максимально приближено к поясному, а летнее время негативно влияет на состояние здоровья популяции. Тогда как профессор В.И. Хаснулин придерживается мнения, что человек должен жить по поясному времени, потому что именно с ним совпадают биоритмы человека, все остальные изменения во времени негативно сказываются на состоянии здоровья человека.

Исходя из этого, можно сказать, что на данный момент вопрос с переводом времени не решен и остается открытым.

Наше исследование предполагало изучение задачи в рамках как географического, так и медико-биологического подходов.

Была проведена оценка зависимости между коэффициентом инсоляции и временным десинхронозом.

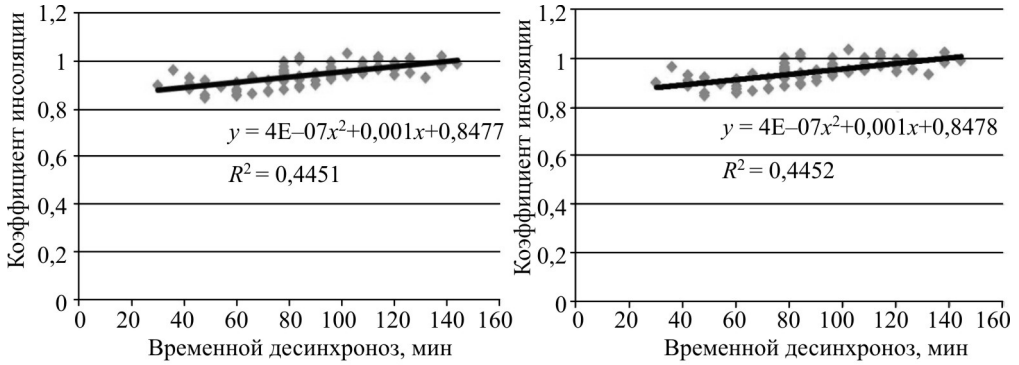
Для решения данной задачи была выдвинута гипотеза: биологическая активность человека ориентирована на светлое время суток, поэтому оптимальное отклонение административного времени от астрономического следует определять из условия максимума коэффициента инсоляции в течение календарного года.

Зона оптимума определялась на основе построения трендовой полиноминальной линии модели второго порядка (1), с нахождением точки экстремума по соотношениям (2).

$$y = ax^2 + bx + c. \quad (1)$$

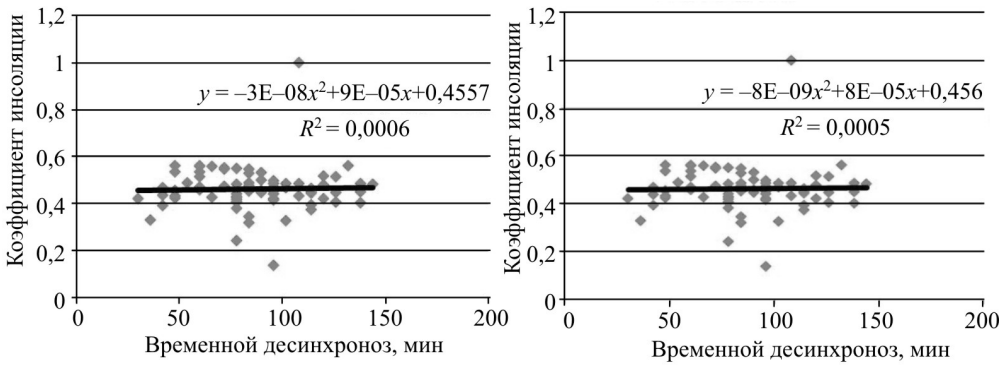
$$x^{\text{опт}} = -b/2a. \quad (2)$$

Были построены графики зависимостей коэффициента инсоляции от временного десинхроноза для летнего и зимнего периодов (рис. 2–3).



а *б*

Рис. 2. Модель зависимости уровня коэффициента инсоляции от временного десинхроноза на 22 июня 2010 г. и 2011 г. без учета гражданских сумерек: *а* – 22.06.2010 г.; *б* – 22.06.2011 г.



а *б*

Рис. 3. Модель зависимости уровня коэффициента инсоляции от временного десинхроноза на 22 декабря 2010 г. и 2011 г. без учета гражданских сумерек: *а* – 22.12.2010 г.; *б* – 22.12.2011 г.

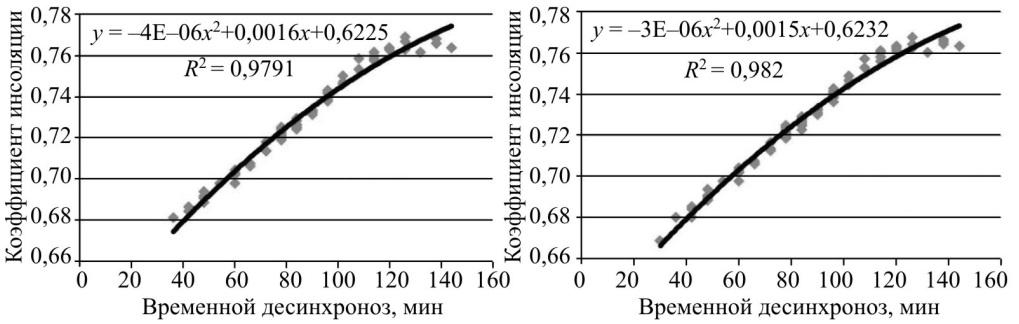
Так как Россия находится в основном в северных широтах, то в июне коэффициент инсоляции максимален, а в декабре минимален при любом временном десинхронозе.

Для весеннего и осеннего периодов характерны более явные зависимости (рис. 4–5).

В марте как 2010, так и 2011 г. зона оптимума лежит за пределами исследуемой области. В 2010 г. она приближается к 200 минутам (более 3 часов), а к 2011 г. к 250 минутам (более 4 часов). В сентябре 2010 и 2011 г. зона оптимума находится в районе 2 часов, что соответствует выдвинутой гипотезе.

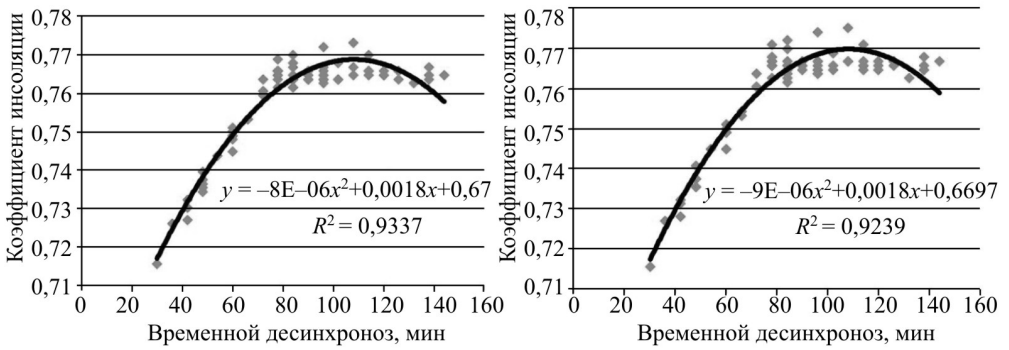
Введение летнего времени на постоянной основе не повлияло на коэффициент инсоляции в течение лета и зимы 2011 г., но осенью зона оптимума сместилась в сторону уменьшения временного десинхроноза, и количество исследуемых городов, попадающих в зону, увеличилось с 11 до 18. Вместе с тем после введения по-

стоянного летнего времени в зимний период 2011 г. оптимальный временной десинхроноз увеличился примерно на 1 час, что корреспондируется с аргументами в пользу сезонной смены времяисчисления на территории Российской Федерации.



а *б*

Рис. 4. Модель зависимости уровня коэффициента инсоляции от временного десинхроноза на 22 марта 2010 г. и 2011 г. без учета гражданских сумерек: *а* – 21.03.2010 г.; *б* – 21.03.2011 г.



а *б*

Рис. 5. Модель зависимости уровня коэффициента инсоляции от временного десинхроноза на 22 сентября 2010 г. и 2011 г. без учета гражданских сумерек: *а* – 22.09.2010 г.; *б* – 22.09.2011 г.

Также была проведена оценка зависимости между временным десинхронозом и состоянием здоровья человека в рамках медико-биологического подхода.

Для решения данной задачи была выдвинута гипотеза: состояние здоровья населения зависит от системы исчисления времени, поэтому оптимальное отклонение административного времени от астрономического следует искать из условия минимума нарушений здоровья в течение календарного года.

Методика решения задачи подобна той, которая применялась при географическом подходе, т.е. построение полиномиальной модели 2-го порядка, отражающей зависимость между уровнем заболеваемости различных групп населения и временным десинхронозом.

Пример построения такой модели представлен на графиках (рис. 6). Влияние временного десинхроноза на частоту случаев травм и отравлений показывается наличием точки минимума, которая соответствует промежутку от 70 до 90 минут.

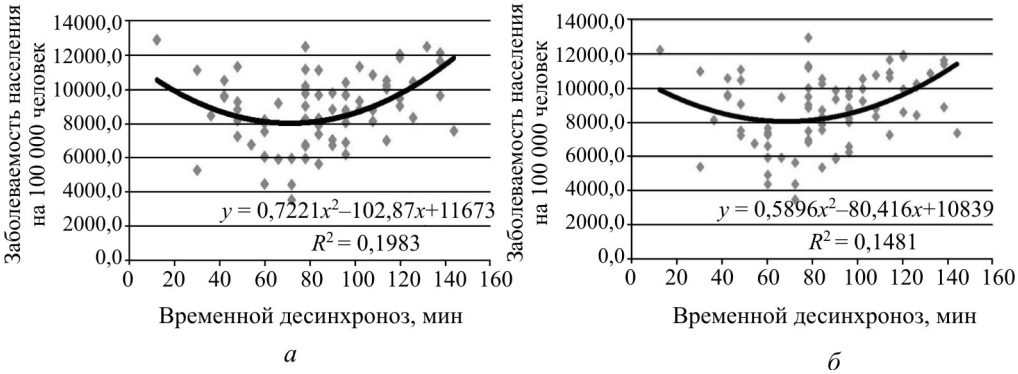


Рис. 6. Травмы, отравления и некоторые др. последствия воздействия внешних причин на взрослое население по субъектам России за 2010–2011 гг.: *а* – 2010 г., *б* – 2011 г.

В результате анализа было построено 47 моделей, отвечающих статистическим критериям значимости, но требующих уточняющей экспертизы у специалистов в области медицины. После проведения экспертизы была выделена 21 модель (некоторые из них представлены в таблице), по которым можно выполнять оценочные расчеты.

Анализ показал, что зависимости носят неустойчивый характер, некоторые из них имеют свойство к повторению. Для определенных заболеваний на уровне 10–15 % наблюдается связь с временным десинхронозом.

Установленные зависимости между временным десинхронозом и заболеваемостью населения позволили выделить заболевания-маркёры, которые можно использовать при организации мониторинга влияния временного десинхроноза на состояние здоровья населения.

Заболеваемость взрослого населения по классам, группам болезней и отдельным заболеваниям с диагнозом, установленным впервые в жизни, по субъектам России за 2010–2011 гг.

Заболевание	2010 г.		2011 г.	
	Optimum	*p*	*Optimum*	*p*
Тиреотоксикоз (гипертиреоз)	–	–	92	0,048
Эпилепсия, эпилептический статус	77	0,039	–	–
Миопия	–	–	94	0,002
Болезни мышц глаза, нарушения содружественного движения глаз, аккомодации и рефракции	–	–	92	0,012
Остеопорозы	37	0,049	–	–
Травмы, отравления и некоторые др. последствия воздействия внешних причин	71	0,0001	68	0,002

В результате расчетов было получено три типа зависимостей между заболеваемостью и временным десинхронозом, а именно:

1) заболевания присутствуют в 2010 г., в 2011 г. отсутствуют;

2) заболевания отсутствуют в 2010 г. и появляются в 2011 г.;

3) заболевания присутствуют в 2010 г. и остаются на протяжении 2011 г.

Анализ зависимостей между заболеваемостью и временным десинхронозом показал, что оптимальное временное смещение наблюдается в среднем около 1,5 часа. Следует отметить, что при наличии достоверных связей зафиксирован значительный разброс значений вокруг линии тренда, это говорит о вкладе временного десинхроноза в отклонение заболеваемости от среднего значения не более 15 %.

Выводы:

1. Согласно географическому подходу, оптимальный временной десинхроноз соответствует 2 часам.

2. Согласно медико-биологическому подходу, зона оптимума соответствует 1,5 часа.

Следовательно, зона оптимума находится в промежутке от 1,5 до 2 часов, при таком критерии не все регионы находятся в зоне оптимума, например, Пермский край расположен за пределами зоны оптимума. Но серьезных оснований для перехода в другую временную зону тоже нет.

И, более того, оснований к переходу на астрономическое время по всей России нет как с точки зрения географического, так и медико-биологического подходов.

Исследование влияния нанодисперсного оксида марганца (III, IV) и диоксида кремния на активность окислительных и антиоксидантных процессов в хроническом эксперименте

М.А. Землянова, Т.И. Акафьева

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,
г. Пермь, Россия

В настоящее время все большее внимание уделяется перспективам развития нанотехнологий, область применения которых быстро расширяется. В связи с этим прогнозируется значительный рост контакта населения с наноматериалами, которые в силу уникальных физико-химических свойств могут представлять определенную угрозу для здоровья и безопасности человека [6]. Вышесказанное обусловливает необходимость проведения детальных исследований и сравнительных оценок негативных эффектов наноматериалов и их микроразмерных аналогов.

На сегодняшний день наночастицы оксида марганца используются в таких перспективных направлениях производства, как создание матриц для наномагнитных и сорбирующих материалов, нанокатализаторов, полупроводниковых термистеров [5, 7]. Широкое распространение также получило производство наночастиц диоксида кремния, использующихся в оптике, электронике, фармакологии, в качестве биосенсоров и контрастирующих агентов для магнитно-резонансной томографии [1, 8].

В ряде научных работ при исследовании *in vitro* негативных эффектов, обусловленных воздействием наночастиц диоксида кремния и оксида марганца, отмечается их способность вызывать дисбаланс окислительных и антиоксидантных процессов в клетках [3, 4, 9, 10]. Однако в научной литературе присутствует недостаточно сведений, характеризующих данные процессы в условиях воздействия *in vivo*.

Целью данной работы является сравнительная оценка воздействия нанодисперсного диоксида кремния и оксида марганца (III, IV) и их микродисперсных аналогов на состояние окислительных и антиоксидантных процессов в хроническом эксперименте.

Материалы и методы. В ходе хронического эксперимента исследовались: водные суспензии нано- и микродисперсного диоксида кремния и водные суспензии нано- и микродисперсного оксида марганца (III, IV) с заданными физическими параметрами (табл. 1).

Таблица 1

Физические параметры исследуемых веществ

Вещество	Размер частиц	Форма частиц	Удельная площадь поверхности, $м^2/г$
Нанодисперсный оксид марганца (III, IV)	24–70 нм (97,8 %)	Несферическая, игольчатая	150,23
Микродисперсный оксид марганца (III, IV)	5,5–37,0 мкм	Несферическая	125,2
Нанодисперсный диоксид кремния	25–35 нм (100 %)	Несферическая	96,96
Микродисперсный диоксид кремния	3,9 мкм	Несферическая, эллипсовидная	12,54

Для проведения хронического эксперимента использовались 50 половозрелых крыс самцов линии Wistar. Средний вес экспериментальных животных составлял 220±15 г. Животные содержались по 5 особей в клетках, выполненных из полипропилена и имеющих стандартный размер. Доступ к пище и воде не ограничивали. Длительность проведения эксперимента составила 90 дней.

Животные были разделены на 5 групп по 10 особей в каждой. Группе № 1 ежедневно однократно зондово внутрижелудочно вводили водную суспензию нанодисперсного оксида марганца (III, IV) в дозе 0,25 мг/кг (1/10000 $ЛД_{50}$). Группе № 2 аналогичным путем вводилась водная суспензия нанодисперсного диоксида кремния в дозе 0,37 мг/кг (1/10000 $ЛД_{50}$). Группам № 3, 4 в аналогичных дозах вводились водные суспензии оксида марганца (III, IV) и диоксида кремния традиционной дисперсности. Контрольная группа, № 5, получала дистиллированную воду. У животных всех групп производился забор крови из хвостовой вены на 90-й день

эксперимента. Определение уровня гидроперекиси липидов, общей антиоксидантной активности (АОС) и активности супероксиддисмутазы (СОД) в сыворотке крови выполнено унифицированными методами на автоматическом иммуноферментном микропланшетном анализаторе (Infinite-F50, Tecan, Австралия). Определение уровня малонового диальдегида (МДА) в плазме крови осуществлено в соответствии с протоколом методики [2].

Анализ информации осуществляли в пакете статистических программ Statistica 6.0. Математическую обработку результатов осуществляли с помощью параметрических методов статистики. Для оценки достоверности полученных данных использовался критерий Стьюдента. Различия полученных результатов являлись статистически значимыми при $p \leq 0{,}05$.

Результаты и их обсуждение. В ходе хронического эксперимента на 90-й день у животных, получавших нанодисперсный оксид марганца (III, IV), установлена активация перекисного окисления липидов по увеличению уровня МДА в плазме крови в 1,2 раза относительно значений контрольной группы (p = 0,001). Данные изменения также прослеживаются по повышению уровня гидроперекиси липидов в сыворотке крови в 1,4 раза (p = 0,001).

На фоне активации перекисного окисления липидов установлено снижение активности показателей антиоксидантной системы. Зарегистрировано достоверное снижение активности супероксиддисмутазы в 1,4 раза, а также снижение уровня АОС в 1,5 раза относительно контрольных значений (p = 0,003–0,006). При введении микродисперсного аналога отмечалось увеличение уровня МДА и снижение показателя антиоксидантной активности в 1,2 раза (p = 0,002). Уровень гидроперекиси липидов и активность супероксиддисмутазы в группе № 3 достоверно не отличались от аналогичных в контрольной группе (табл. 2).

Таблица 2

Изменение активности окислительных и антиоксидантных процессов при длительном введении водной суспензии нано- и микродисперсного оксида марганца (III, IV)

Показатель	Группа № 5 (контроль)	Группа № 1				Группа № 3			
	Среднее значение ($M \pm m$)	Среднее значение ($M \pm m$)	Межгр. различ. (p)	Анализ кратностей превышения контроля ($K \pm k$)		Среднее значение ($M \pm m$)	Межгр. различ. (p)	Анализ кратностей превышения контроля ($K \pm k$)	
				($K \pm k$) выше контр.	($K \pm k$) ниже контр.			($K \pm k$) выше контр.	($K \pm k$) ниже контр.
МДА, мкмоль/см^3	2,3±0,2	2,7±0,2	0,001	1,20	–	2,7±0,2	0,002	1,2	–
Гидроперекиси липидов, моль/дм^3	30,3±2,1	42,4±5,3	0,001	1,4	–	31,8±6,3	0,089	1,05	–
АОС, мкмоль/дм^3	178,5±11,3	119,4±6,2	0,003	–	1,5	148,3±12,1	0,002	–	1,2
СОД, нг/см^3	4,9±0,6	3,5±0,3	0,006	–	1,4	4,6±0,2	0,134	–	1,07

Активация перекисного окисления липидов клеточных мембран отмечается и у экспериментальных животных, получавших водную суспензию нанодисперсного диоксида кремния. Установлено увеличение уровня МДА в плазме крови в 1,5 раза и гидроперекиси липидов в сыворотке крови в 1,6 раза относительно контроля (p = 0,002–0,003). При этом отмечалось снижение показателя антиоксидантной активности в 1,6 раза и уменьшение активности супероксиддисмутазы сыворотки крови в 1,3 раза (p = 0,004–0,016). В группе, получавшей аналог традиционной дисперсности, наблюдалось увеличение МДА и гидроперекиси липидов в 1,3 и 1,2 раза соответственно на фоне уменьшения уровня АОС в 1,3 раза в сыворотке крови относительно контроля (p = 0,032–0,041) (табл. 3).

Таблица 3

Изменение активности окислительных и антиоксидантных процессов при длительном введении водной суспензии нано- и микродисперсного диоксида кремния

Показатель	Группа № 5 (контроль)	Группа № 2				Группа № 4			
	Среднее значение (M±m)	Среднее значение (M±m)	Межгр различ (p)	Анализ кратностей превышения контроля (K±k)		Среднее значение (M±m)	Межгр. различ. (p)	Анализ кратностей превышения контроля (K±k)	
				(K±k) выше контр.	(K±k) ниже контр.			(K±k) выше контр.	(K±k) ниже контр.
МДА, мкмоль/см^3	2,3±0,2	3,4±0,3	0,002	1,50	–	2,9±0,2	0,032	1,3	-
Гидроперекиси липидов, моль/дм^3	30,3±2,1	48,4±5,2	0,003	1,6	–	36,3±3,0	0,041	1,2	–
АОС, мкмоль/дм^3	178,5±11,3	111,6±7,1	0,004	–	1,6	137,3±11,1	0,035	–	1,3
СОД, нг/см^3	4,9±0,6	3,8±0,4	0,016	–	1,3	4,7±0,4	0,145	–	1,05

Сравнительная оценка изучаемых веществ по показателям окислительно-антиоксидантной активности свидетельствует, что в нанодисперсном состоянии при воздействии *in vivo* данные соединения вызывают более выраженный дисбаланс окислительных и антиоксидантных процессов, чем их аналоги в микроразмерном состянии. При введении нанодисперсного оксида марганца (III, IV) более выражено изменение таких показателей, как гидроперекиси липидов и АОС, по сравнению с микроаналогом. При введении нанодисперсного диоксида кремния наряду с изменением уровня гидроперекиси липидов и АОС наблюдается существенное увеличение МДА на 15 % по сравнению с аналогом традиционной дисперсности и на 32 % – по сравнению с контролем. Помимо этого водные суспензии нанодисперсного диоксида кремния и оксида марганца вызывают достоверное увеличение активности СОД, которое не установлено при воздействии аналогов традиционной дисперсности.

Таким образом, при пероральном поступлении в организм водные суспензии наноразмерного оксида марганца (III, IV) и диоксида кремния в дозах 0,25 мг/кг и 0,37 мг/кг могут обусловливать развитие окислительно-антиокислительного дисбаланса, при этом отмечается повышение уровня МДА, гидроперекиси липидов и снижение активности АОС и СОД. При введении микроразмерных аналогов данных соединений наблюдается меньшая степень выраженности изучаемого эффекта.

Список литературы

1. 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: 29.03.2013).

2. Стальная И.Д., Гаришвили Г.Г. Метод определения малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты // Современные методы в биохимии под ред. В.Н. Ореховича. – М.: Медицина, 1977. – 66 с.

3. Akhtar M.J., Ahamed M., Kumar S. Nanotoxicity of pure silica mediated through oxidant generation rather than glutathione depletion in human lung epithelial cells // Toxicology. – 2010. – Vol. 276. – P. 95–102.

4. Gehrke H., Frühmesser A., Pelka J. In vitro toxicity of amorphous silica nanoparticles in human colon carcinoma cells // Nanotoxicology. – 2012. – Vol. 7 (3). – P. 88–93.

5. Glenn G., Pereira. N. Fluoride based electrode materials for advanced energy storage devices // Journal of Fluorine Chemistry. – 2007. – № 4. – P. 243–262.

6. Hazard assessment for nanoparticles: Report from an interdisciplinary workshop / J.M. Balbus, A.D. Maynard, V.L. Colvin, V. Castranova // National Institute of Environmental Health Sciences. – 2007. – № 115 (11). – P. 1654–1659.

7. Heavy metal removal from water/wastewater by nanosized metal oxides: A review / M. Hua, S. Zhang, B. Pan, W. Zhang, L. Lv // Journal of Hazardous Materials. – 2012. – № 211. – P. 317–331.

8. Meynen P., Cool E., Vansant F. Verified syntheses of mesoporous materials // Microporous and mesoporous materials. – 2009. – № 125. – P. 170–223.

9. Lei S., Yang L., Xiaomei L. Cytotoxicity and mitochondrial damage caused by silica nanoparticles // Toxicology in Vitro. – 2011. – № 25. – P. 1619 –1629.

10. Lin W., Huang Y.W., Zhou X.D. In vitro toxicity of silica nanoparticles in human lung cancer cells // Toxicology and Applied Pharmacology. – 2006. – Vol. 217. – P. 252–259.

Применение показателей общего органического углерода и общего азота для первичного контроля качества вод

А.А. Тихолаз, Ю.А. Иванкина, М.А. Андреева, М.П. Горшкова

Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения
«Центр гигиены и эпидемиологии в Санкт-Петербурге»,
г. Санкт- Петербург, Россия

Всё большее значение для мониторинга различных объектов окружающей среды приобретают такие показатели, как **общий органический углерод (TOC) и общий азот (TN).** Говоря об экологическом благополучии водных объектов, необходимо иметь в виду, что избыточное или недостаточное количество азотсодержащих соединений и соединений углерода оказывает различное влияние. Эти вещества составляют основу биологической формы жизни и получили название «биогенные элементы». Избыточное поступление биогенных факторов в воду, как правило, связано с антропогенными факторами, например, со сбросом в поверхностные водоемы недостаточно очищенных сточных вод. Такого рода сбросы могут нанести значительный ущерб экологической системе любого города, поэтому актуальна проблема контроля качества очистки сточных вод, в том числе с использованием интегральных показателей.

Состав и содержание органических веществ в природных водах определяется совокупностью многих различных по своей природе и скорости процессов: посмертных и прижизненных выделений гидробионтов; поступления с атмосферными осадками, с поверхностным стоком в результате взаимодействия атмосферных вод с почвами и растительным покровом на поверхности водосбора; поступления из других водных объектов, из болот, торфяников, с хозяйственно-бытовыми и промышленными сточными водами. Органические вещества находятся в воде в растворенном, коллоидном и взвешенном состояниях, образующих некоторую динамическую систему, в общем неравновесную, в которой под воздействием физических, химических и биологических факторов непрерывно осуществляются переходы из одного состояния в другое.

Общий органический углерод является наиболее надежным показателем суммарного содержания органических веществ в природных водах, на него приходится в среднем около 50 % массы органических веществ. Наименьшая концентрация углерода растворенных органических веществ в незагрязненных природных водах составляет около 1 мг/дм^3, наибольшая обычно не превышает 10–20 мг/дм^3, однако в болотных водах может достигать нескольких сотен миллиграммов в 1 дм^3.

Известно, что в странах Европейского союза показатели *TOC* и *TN* являются интегральными показателями качества воды, определяющими степень загрязнения органическими примесями, в то время как электропроводность (*COD*) – характеризует загрязнение токсичными металлами, *pH* – солевой баланс вод и перманганатная окисляемость (*Organic oxidation*) – как оценка биогенного и химического за-

грязнения в целом. При этом часто содержание органического углерода составляет примерно 1/3 величины ХПК, хотя это справедливо в основном для бытовых сточных вод и аналогичных им производственных стоков.

В настоящее время содержание органического углерода нормируется только в воде, расфасованной в емкости (СанПиН 2.1.4.1116-02). Для бутилированной воды 1-й категории – 10 мг/л, для воды высшей категории – 5 мг/л. В процессе водоподготовки для дезинфекции питьевой воды обычно используют хлор или другие хлорирующие агенты (дезинфектанты), которые взаимодействуют с природными органическими веществами, присутствующими в воде, с образованием токсичных продуктов реакции. Количество побочных продуктов зависит в первую очередь от содержания в воде органических веществ, поэтому возникает необходимость нормирования ТОС в питьевой воде.

В последние годы предпринято много усилий по развитию аналитических методов для определения в окружающей среде интегральных показателей общего органического углерода и общего азота. С 2010 г. в лаборатории исследования факторов среды обитания ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Санкт-Петербург» проводятся исследования данных показателей с помощью анализатора углерода Shimadzu TOC – V cpn и приставки для определения общего азота TNM-1. За период 2010–2012 гг. лабораторией выполнено более 3500 исследований по биогенным факторам, в том числе по показателям TOC и TN в минеральных, питьевых и сточных водах.

Аналитический контроль органического углерода в водах может осуществляться двумя принципиально различными методами: так называемый метод «холодного окисления» и классический метод высокотемпературного сжигания пробы, который взят на вооружение в лаборатории. Неоспоримым достоинством второго метода является возможность определения предельно низких содержаний углерода, при этом любое углеродсодержащее соединение, даже находящееся в форме взвеси, гарантированно полностью сжигается – переводится в аналитическую форму.

Методики определения общего углерода и общего азота представлены в следующих документах: ГОСТ Р 52991-2008 «Вода. Методы определения содержания общего и растворенного органического углерода» (с первого января 2014 г. вводится в действие новый документ ГОСТ 31958-2012 «Вода. Методы определения содержания общего и растворенного органического углерода»), НДП 30.1: 2: 3.9-08 «Методика выполнения измерений массовых концентраций органического углерода и общего азота в питьевых, природных и сточных водах», М 01-28-2007 «Методика выполнения измерений массовой концентрации общего углерода, общего неорганического углерода, общего органического углерода, неудаляемого органического углерода и общего азота в питьевых, природных, сточных и технологических водах с помощью анализатора ТОС (Shimadzu)».

Сущность метода заключается в каталитическом окислении углеродсодержащих веществ при температуре до 1000 °С в присутствии кислорода или кислородсодержащего газа до диоксида углерода и последующем определении общего и неорганического углерода с использованием ИК-детектора. Данный метод приводит к значительной экономии трудозатрат и реактивов на выполнение анализа.

Для определения показателя общего азота в лаборатории исследования факторов среды обитания используется приставка для выявления общего азота TNM-1 с хемилюминесцентным детектированием. До 2010 г. определение азота проводи-

лось в лаборатории только фотометрическим методом, который предполагает множество рутинных операций и большой расход реактивов. Метод применим только для анализа веществ, где азот связан с углеродом или водородом. Для веществ, в которых азот связан с кислородом (например, нитраты и нитриты и т.д.), необходимо восстановление до аминов. При определении содержания общего азота с использованием приставки, эффективность обнаружения сильно зависит от того, в каком состоянии находится в пробе азот. Так, азот в составе нитратов, нитритов, аммонийный, а также других неорганических азотосодержащих соединений почти полностью переводится в окись азота и детектируется. Таким образом, определение содержания общего азота с использованием приставки для определения общего азота TNM-1 с хемилюминесцентным детектированием позволяет значительно сократить трудозатраты и получить воспроизводимые и достоверные результаты.

Возможность определения интегральных показателей современными аналитическими методами позволяет расширить нормативную базу качества различных типов вод (питьевая, природная) по такому показателю, как общий органический углерод. Введение нормативного показателя TOC дает возможность проводить предварительную оценку загрязнения воды органическими токсикантами.

Показатели общего органического углерода и общего азота как первичный контроль качества почвы

Ю.А. Иванкина, М.А. Андреева, М.П. Горшкова

Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения
«Центр гигиены и эпидемиологии в Санкт-Петербурге»,
г. Санкт-Петербург, Россия

Одним из важных показателей качества почвы является содержание гумуса, запасы которого в значительной степени определяют химические, физические и биологические свойства почвы. В богатой гумусом почве повышается доступность растениям необходимых эссенциальных компонентов, снижаются потери элементов питания от вымывания, повышается скорость разложения пестицидов, снижаются затраты на ее обработку. Поскольку анализ структуры и содержания той или иной составной органической части образца почвы практически невозможен из-за сложности процедуры, то представления об органическом веществе могут составить данные о валовом содержании углерода и азота.

Общий азот (TN), находящийся в почве, является одним из элементов питания растений. Основная часть азота входит в состав органических соединений гумуса. Помимо этого незначительная часть находится в составе минеральных солей: нитраты, нитриты, соли аммония. Молярным соотношением азота и углерода (C/N)

принято характеризовать обеспечение азотом гумуса. Территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области преимущественно заняты суглинистыми и супесчаными почвами, в которых отношение содержания азота к углероду характеризуется соотношением C/N = 8–10, а краснозёмы – высоким соотношением C/N = 18–20. О содержании гумуса в почве можно также судить по окраске анализируемой почвы.

Данные о содержании органического углерода в почве (TOC) являются интегральным показателем ее качества. В настоящее время, в основном в Западной Европе, получил распространение метод определения общего органического углерода, основанный на измерении диоксида углерода, выделяемого при сжигании углерода, входящего в состав загрязняющих веществ. В странах ЕЭС, например Норвегии, показатель TOC является одним из основных для определения качества почвы и не должен превышать 10 %. Почва считается практически чистой, если TOC не превышает 5 %. По результатам определения углерода в почве можно вычислить содержание в ней гумуса. К сожалению, в настоящее время в нормативно-методической базе Российской Федерации отсутствуют методики определения данного показателя современными аналитическими методами, что не позволяет использовать TOC как интегральный показатель качества почвы.

До настоящего времени одним из основных методов определения органического углерода являлся метод Тюрина, который состоит в разложении органического вещества бихроматом калия в кислой среде. Данный метод является достаточно трудоемким, кроме того большое значение имеет влияние мешающих факторов:

– содержание хлоридов, которые необходимо учитывать;
– наличие окиси марганца и солей двухзарядного железа;
– качество используемых реактивов,
– длительность окисления и точность оттитровывания солью Мора.

Современное аналитическое оборудование для определения общего углерода позволяет получать достоверные результаты с меньшими затратами. В лаборатории исследования факторов среды обитания ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Санкт-Петербург» для выполнения измерений общего органического углерода в почве используется прибор фирмы Shimadzu TOC-Vcpn. Данный прибор позволяет в короткие сроки и практически без потерь определить содержание TOC в анализируемых пробах почв. Сущность метода – ИК-спектрометрия с высокотемпературным разложением. Сжигание образцов проводится на приставке для твёрдых образцов с использованием метода каталитического окисления при высоких температурах – до 1000 ºС, вследствие чего проба полностью сгорает в атмосфере кислорода. Весь углерод, органический и неорганический, входящий в состав различных компонентов почвы, переходит в форму диоксида углерода, который детектируется в инфракрасном спектр длин волн.

В 2010–2013 гг. в лаборатории было выполнено свыше 2000 исследований по определению содержания общего органического углерода в почве. В более 60 % исследованных проб почв соотношение C/N колебалось от 8 до 10.

Возможность быстрого и точного определения общего органического углерода позволяет сделать первичную оценку степени техногенного загрязнения почвы, что особенно актуально для такого мегаполиса, как Санкт-Петербург, выбрасывающего большое количество производственно-бытовых отходов.

Математические подходы к описанию структуры легких человека

М.Ю. Цинкер

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Федеральный научный центр медико-профилактических
технологий управления рисками здоровью населения»
г. Пермь, Россия

В процессе дыхания человек постоянно взаимодействует с окружающей средой, получая их нее кислород и выделяя углекислый газ, полученный в процессе метаболизма. Для поддержания нормального уровня газов в крови необходима большая газообменная поверхность. Легкие – уникальный орган, позволяющий в ограниченном объеме обеспечить такую поверхность. Функциональная способность легких определена структурным дизайном (морфологией) воздухоносных путей.

Нижние дыхательные пути, начиная с трахеи, представляют собой ветвящуюся систему бронхов, по мере ветвления увеличивается их число и уменьшается размер. Ветвление заканчивается альвеолами, через стенки которых происходит газообмен между воздухом и кровью. При поверхностном рассмотрении может показаться, что структура воздухоносных путей хаотична, при детальнейшем ее рассмотрении начинают наблюдаться закономерности. Для построения математической модели дыхательной системы человека необходимо понимание структуры и процессов, происходящих с ней [9].

Большой вклад в развитие количественной анатомии легкого и определения связей между анатомией и физиологией внес Э.Р. Вейбель [1]. Его исследования позволили получить два главных результата. Во-первых, выяснилось, что человеческие легкие построены по четко определенному плану; система дыхательных путей разветвляется на равное среднее число поколений, и число структурных элементов (альвеол) в основном идентично для всех исследованных легких, независимо от размера органа. Во-вторых, эмпирическим путем были получены формулы, позволяющие определять параметры различных частей структуры легкого человека (количество ветвей, их длина и диаметр).

Таким образом, нижние дыхательные пути, начиная с трахеи, представляют собой ветвящуюся систему трубок-бронхов, каждая из которых делится на две дочерние трубки (правильная дихотомия). Трубки представляют собой объекты цилиндрической формы, по мере ветвления уменьшается диаметр и длина последующих генераций бронхов. В легком здорового человека насчитывается в среднем 23 генерации воздухоносных путей, начиная от трахеи. Принимая во внимание, что число воздухоносных путей увеличивается посредством правильной дихотомии, все элементы (ветви) в определенном поколении имеют одинаковые размеры.

Дыхательные пути легких содержат большое количество элементов различного линейного масштаба. Каждое поколение воздухоносных путей имеет схожую с другими поколениями структуру, различается лишь масштаб элементов (масштабная инвариантность). Таким образом, для древовидной структуры легких на-

блюдается самоподобие. Для описания геометрических объектов, обладающих свойством самоподобоя, одним из которых являются дыхательные пути человека, в 1975 г. Б. Мандельброт ввел понятие «фрактал» [4].

Фракталы способны описать многие из неправильных или фрагментированных форм в окружающем мире, например, побережья, кроны деревьев, облака, снежинки. Фрактальная геометрия наблюдается не только в биологических, но и в экономических и социальных структурах. С помощью фракталов объясняются даже изменения в политической и социально-духовной деятельности человека [4]. Изучение фракталов позволяет предсказать закономерности, которые, на первый взгляд, могут казаться непредсказуемыми и абсолютно хаотическими.

В организме человека множество фракталоподобных образований – в структурах кровеносных сосудов, нервной системы, дыхательных путей. Фрактальные ответвления позволяют значительно увеличивать площадь поверхности, необходимой для всасывания (в тонком кишечнике), транспортировки и диффузии веществ (в дыхательных путях, кровеносных сосудах) и обработки информации (в нервной системе) [2].

Основная характеристика фрактала – фрактальная размерность, которая показывает степень заполненности пространства структурой и не является целой величиной. Фракталы имеют дробную размерность. Это уже не плоская фигура, но еще и не объемное тело. Фрактал напоминает тело с конечным объемом, но бесконечной поверхностью.

Мелкомасштабная структура дыхательных путей выглядит так же, как крупномасштабная. Количественный анализ ветвления дыхательных путей показал, что ее можно описать с помощью фрактальной геометрии. Фрактальная размерность дыхательных путей близка к 3. Значение показателя, равное 3, соответствует предельному случаю бесконечно тонких трубок, его нельзя реализовать в действительности.

Фрактальные структуры в человеческом организме являются результатом медленной динамики эмбрионального развития и эволюции. Роль естественного отбора в структурном и функциональном дизайне организмов реализуется в двух основных принципах [23]. Первый заключается в существовании тенденции к максимизации метаболической способности организма, так как метаболизм производит энергию и материалы, требуемые для поддержания жизнедеятельности (это достигается за счет увеличения обменной площади). Второй состоит в том, что существует тенденция к максимизации внутренней эффективности, что достигается уменьшением расстояния и времени, необходимого для транспорта вещества.

В 1996 г. американский профессор А. Бежан сформулировал концепцию эволюции в природе. «Конструкционный закон» Бежана заключается в том, что системы, имеющие потоки, эволюционируя со временем, трансформируются таким образом, чтобы обеспечить максимальные потоки при минимальной потерянной энергии. Данный принцип успешно применим к различным областям: физика, техника, химия, биология, экономика, общественные науки, искусство, спорт и т.д. С помощью «конструкционного закона» объясняется архитектура рек, деревьев, легких и кровеносных сосудов человека; социальные процессы; городской трафик; система высшего образования; «золотое сечение» и т.д. [11–18, 20].

Легкие человека являются примером того, как большая площадь помещена в довольно маленькое пространство. При своей ограниченной вместимости они способны организовать эффективный газообмен между воздухом и кровью. Причем

структура легких позволяет обеспечить максимальную площадь при наименьшем сопротивлении воздуха.

«Конструкционный закон» показывается, что дыхательные пути легких не являются фракталами. Фрактал предполагает бесконечное самоподобие, а у легких же есть конечный предсказуемый самый маленький масштаб (альвеола). Две группы ученых независимо друг от друга объяснили причину, почему в легких насчитывается именно 23 генерации воздухоносных путей [10, 22]. 23 поколения дыхательных путей приводят к самому эффективному кислородонасыщению крови и сопутствующему удалению углекислого газа при минимальном сопротивлении. Результаты работ хорошо согласуются с физиологическими данными о морфологии легких.

По сути закон Бежана представляет собой принцип термодинамики. Концепцию критикуют за то, что не даются явные определения «потоков» и «легкого доступа к потокам», в результате чего теория очень универсальна, но в зависимости от выбора определений может привести к различным результатам. Второй недостаток заключается в том, что конструкционный закон выдвигается как основной принцип термодинамики, он не является строгим утверждением, подобно принципам механики. Однако это предположение достаточно правдоподобное и не противоречит экспериментальному материалу.

Стоит отметить, что российский ученый Н.Н. Моисеев в своих работах также дал развернутое изложение мирового эволюционного процесса. Особую роль в мировом эволюционном процессе он отводил принципу минимума диссипации энергии (1987), имеющего следующую формулировку: «Если допустимо не единственное состояние системы (процесса), а целая совокупность состояний, согласных с законами сохранения и связями, наложенными на систему (процесс), то реализуется то ее состояние, которому отвечает минимальное рассеяннее энергии, или, что то же самое, минимальный рост энтропии» [18]. По своей формулировке он похож на принцип минимума потенциала рассеяния Л. Онсагера (1931) [21] и принцип минимума производства энтропии в открытой системе И.Р. Пригожина (1946) [6, 7], которые были сформулированы для проблем неравновесной термодинамики.

А.И. Зотин создал теорию прогрессивной эволюции, опираясь на положения термодинамики неравновесных процессов. Термодинамика является общей феноменологической теорией любых процессов и явлений, протекающих в природе, сопровождающихся диссипацией энергии. При протекании любых биологических процессов происходит диссипация энергии, так как они осуществляются в системах, далеких от равновесия. Поэтому термодинамика использована для решения биологических проблем, в том числе и проблем эволюции. А.И. Зотин применял следующую формулировку принципа наименьшей диссипации энергии: «В устойчивом состоянии любой термодинамической системы скорость диссипации энергии в ней минимальна» [3].

Английский физиолог C.D. Murray показал, что сопротивление в воздухоносных путях минимально, и система работает в оптимальном режиме, если коэффициент ветвления (отношение диаметров родительской и дочерней трубок) по всей системе равен $2^{1/3}$ [19]. Условием наименьшего возможного сопротивления во всей системе целиком является неизменность отношения сопротивления к поперечному сечению на всех участках системы как до, так и после разветвления. При этом условии достигается минимум потерь энергии при ветвлении воздухоносных путей.

Подводя итоги вышесказанного, можно отметить, что воздухоносные пути человека – не хаотическое образование, а структура, подчиняющаяся особым законам и правилам, которые продиктованы природой и длительным процессом эволюции. При исследовании структуры дыхательной системы большое распространение получил феноменологический подход, в основе которого лежит принцип оптимальности. В процессе эволюции дыхательная система самоорганизовалась таким образом, чтобы обеспечить максимальную газообменную поверхность при минимальном количестве затраченной энергии. При разработке математической модели дыхательной системы необходимо учитывать данные принципы.

Список литературы

1. Вейбель Э.Р. Морфометрия легких человека. – М.: Медицина, 1970. – 175 с.

2. Голдбергер Э.Л., Ригни Д.Р., Уэст Б.Дж. Хаос и фракталы в физиологии человека // В мире науки. – 1990. – № 4. – С. 25–32.

3. Зотин А.И., Зотин А.А. Направление, скорость и механизмы прогрессивной эволюции. – М.: Наука, 1999. – 495 с.

4. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002. – 656 с.

5. Моисеев Н.Н. Алгоритмы развития. – М.: Наука, 1987. – 304 с.

6. Пригожин И., Николис Г. Самоорганизация в неравновесных системах: От диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации. – М.: Мир, 1979. – 512 с.

7. Пригожин И. От существующего к возникающему: время и сложность в физических науках. – М.: Наука, 1985. – 328 с.

8. Тишин А.И., Эгембердиев Т.М. Фрактальность человека // Фракталы и циклы развития систем. – Томск, 2001. – С. 67–71.

9. Цинкер М.Ю. Подход к моделированию дыхательной системы человека эволюционирующей под действием факторов среды обитания // Актуальные направления развития социально-гигиенического мониторинга и анализа риска здоровью: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международним участием / под общей редакцией акад. РАН Г.Г. Онищенко, чл.-корр. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2013. – С. 485–489.

10. A Porous Media Approach for Bifurcating Flow and Mass Transfer in a Human Lung / F. Kuwahara, Y. Sano, J. Liu, A. Nakayama // Journal of Heat Transfer. – 2009. – Vol. 131 (10). – P. 101013-1-101013-5.

11. Bejan A. Advanced Engineering Thermodynamics, 3rd ed., Wiley, Hoboken, 2006.

12. Bejan A. Convection Heat Transfer, 4th ed., Wiley, Hoboken, 2013.

13. Bejan A., Lorente S. Constructal law of design and evolution: Physics, biology, technology, and society // Journal of Applied Physics. – 2013. – Vol. 22. – P. 20, 113 – 15.

14. Bejan A., Lorente S. Design with Constructal Theory. Wiley, Hoboken, 2008.

15. Bejan A., Lorente S. The constructal law and the evolution of design in nature // Physics of Life Reviews. – 2011. – Vol. 8. – P. 209–240.

16. Bejan A., Lorente S. The constructal law of design and evolution in nature // Philosophical Transactions of the Royal Society B, Biological Sciences. – Vol. 365. – 2010. – P. 1335–1347.

17. Bejan A., Merkx G. W. Constructal Theory of Social Dynamics. – New York: Springer, 2007. – 360 p.

18. Bejan A., Zane J. P. Design in Nature. How the Constructal Law Governs Evolution in Biology, Physics, Technology, and Social Organization. New York: Double Day, 2012. – 296 p.

19. Murray C.D. The Physiological Principle of Minimum Work: I. The Vascular System and the Cost of Blood Volume // Proceedings of the National Academy Science of the USA. – 1926. – Vol. 12 (3). – P. 207–214.

20. Nield D.A., Bejan A. Convection in Porous Media. 4th ed. – New York: Springer, 2013. – 654 p.

21. Onsager L. Reciprocal relations in irreversible processes // Physical Review. – 1931. – Vol. 38, № 12. – P. 2265.

22. Reis A. H., Miguel A. F., Aydin M., Constructal theory of flow architecture of the lungs // Journal of Medical Physics. – 2004. – Vol. 31, Issue 5. – P. 1135–1140.

23. West G.B., Brown J.H., Enquist B.J. The Fourth Dimension of Life: Fractal Geometry and Allometric Scaling of Organisms // Science. – Vol. 283, № 4. – 1999. – P. 1677–1679.

Математическая модель функционирования и взаимной регуляции иммунной и нейроэндокринной систем в ответ на бактериальное воздействие с учетом нарушений синтетической функции под действием факторов среды обитания

В.М. Чигвинцев

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,
г. Пермь, Россия

Ухудшение состояния среды обитания оказывает негативное влияние на функционирование всего организма человека, в частности, происходит вмешательство в работу отдельных систем (иммунной, нервной, эндокринной) и в целом в «нейроэндокринно-иммунную» регуляцию [1]. Статистические методы не дают в полной мере возможность проводить оценку последствий, вызванных эффектом накопления функциональных нарушений в органах и системах организма ввиду ограничений, связанных с постановкой и проведением наблюдений и экспериментов. В свою очередь математические модели позволяют анализировать влияния как отдельных факторов, так и любых их сочетаний на индивидуума и популяцию в целом. Таковыми, напрмер, являются математические модели прогнозирования,

описывающие взаимосвязи между факторами среды обитания и показателями здоровья человека. В работе рассматривается построение математической модели механизма регуляции, основанного на оси взаимодействия регуляторных механизмов в ответ на бактериальную инвазию с учетом нарушений синтетической функции под действием факторов среды обитания.

Структурная схема модели, представленная на рис. 1, состоит из нескольких взаимосвязанных элементов нейроэндокринной и иммунной систем организма человека, задействованных в случае бактериальной инвазии, на каждый из которых могут оказывать негативное влияние химические соединения, поступающих в организм из окружающей среды, путем нарушения их функций, что приводит к сбою регуляции и снижению эффективности.

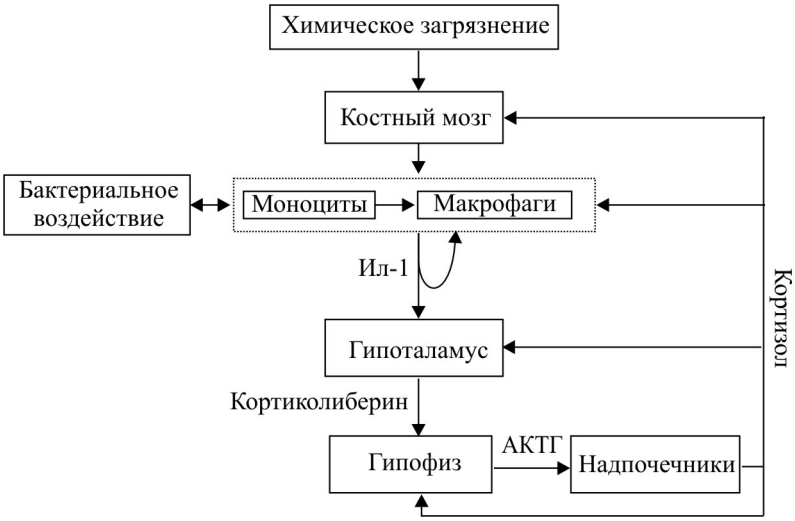


Рис. 1. Схема взаимодействия элементов нейроэндокринной и иммунной систем организма в ответ на бактериальную инвазию (заражение)

Запуск защитных механизмов производится после взаимодействия моноцитов-макрофагов и различных агентов, инициирующих воспалительные реакции, например, бактерий. Удаление макрофагами инфекционных агентов сопровождается синтезом провоспалительного интерлейкина-1.

Изменение количества бактерий в организме происходит за счет трех процессов, первый из которых – поступление бактерий из внешней среды, второй – процесс размножения в организме, третий – уничтожение бактерий комплексом «моноциты–макрофаги». Подобные явления описываются уравнениями типа «хищник–жертва», предложенными В. Вольтером.

Появление в крови повышенного содержания интерлейкина-1 помимо многочисленных регуляторных эффектов через специфические рецепторы гипоталамуса стимулирует выработку рилизинг-гормона кортиколиберина, который, действуя на переднюю долю гипофиза, вызывает секрецию адренокортиктропного гормона (АКТГ) [2, 4]. АКТГ, попадая в кровь, стимулирует надпочечники к выработке кор-

тизола, повышение концентрации которого по механизму отрицательной обратной связи подавляет секрецию АКТГ, стимулирует апоптоз (запрограммированная гибель клеток) «моноцитов–макрофагов» и блокирует выработку интерлейкина-1 [3, 4].

Основываясь на приведенной выше схеме взаимодействия, механизм регуляции с участием элементов нейроэндокринной и иммунной систем с учетом запаздывания можно описать системой дифференциальных уравнений следующего вида:

$$\begin{cases} \dfrac{dM}{dt} = \beta_1 \cdot (1 - D_1) + \beta_2 \cdot IL\text{-}1 \cdot \left(1 - \dfrac{M}{M_{\max}}\right) - \beta_3 \cdot M \cdot \left(1 + \beta_4 \cdot \dfrac{K(t-\tau)^n}{c^n + K(t-\tau)^n}\right) \\ \dfrac{dP}{dt} = \alpha_1 + \alpha_2 \cdot P \cdot \left(1 - \dfrac{P}{P_{\max}}\right) - \alpha_3 \cdot M \cdot \left(\dfrac{\alpha_4 \cdot P}{1 + \alpha_4 \cdot P}\right) \\ \dfrac{dIL\text{-}1}{dt} = \gamma_1 \cdot M \cdot \left(\dfrac{\alpha_3 \cdot P}{1 + \alpha_3 \cdot P}\right) \cdot \left(1 - \gamma_2 \cdot \dfrac{K(t-\tau)^n}{c^n + K(t-\tau)^n}\right) - \gamma_3 \cdot IL\text{-}1 \\ \dfrac{dCRH}{dt} = \lambda_1 \cdot (1 - D_2) \cdot G(t) \cdot \left(1 - \lambda_2 \cdot \dfrac{K(t-\tau)^n}{c^n + K(t-\tau)^n}\right) + \lambda_3 \cdot IL\text{-}1 - \lambda_4 \cdot CRH \\ \dfrac{dACTH}{dt} = \mu_1 \cdot (1 - D_3) \cdot \left(1 - \mu_2 \cdot \dfrac{K(t-\tau)^n}{c^n + K(t-\tau)^n}\right) \cdot CRH - \mu_3 \cdot ACTH \\ \dfrac{dK}{dt} = \nu_1 \cdot (1 - D_4) \cdot Acth(t-\tau) - \nu_2 \cdot K, \end{cases}$$

где D_i – параметр нарушения синтетической функции органа ($D \in [0;1]$);

M – количество «моноцитов-макрофагов» (клетки);

$IL\text{-}1$ – концентрация IL-1 в крови (пг/мл);

K – концентрация кортизола (пг/мл);

P – количество патогенных бактерий (КОЕ/мл);

CRH – концентрация CRH (пг/мл);

$ACTH$ – концентрация $ACTH$ (пг/мл);

α_i – параметры, влияющие на скорость изменения количества бактерий;

β_i – параметры, влияющие на скорость изменения количества макрофагов;

γ_i – параметры, влияющие на скорость изменения концентрации IL-1;

λ_i – параметры, влияющие на скорость изменения концентрации *CRH*;

μ_i – параметры, влияющие на скорость изменения концентрации *ACTH*;

ν_i – параметры, влияющие на скорость изменения концентрации кортизола;

τ – временная задержка воздействия (ч);

$G(t)$ – гармоническая функция, симулирующая циркадные ритмы.

Система уравнений с начальными условиями $M(t_0) = M_0$; $P(t_0) = P_0$; $IL\text{-}1(t_0) = IL\text{-}1_0$; $CRH(t_0) = CRH_0$; $ACTH(t_0) = ACTG_0$; $K(t_0) = K_0$ представляет собой задачу Коши, записанную для системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка с запаздывающим аргументом.

В ходе работы с моделью было реализовано три возможных сценария поведения организма в случае влияния химического фактора на синтетическую функцию костного мозга, графически результаты показаны на рис. 2.

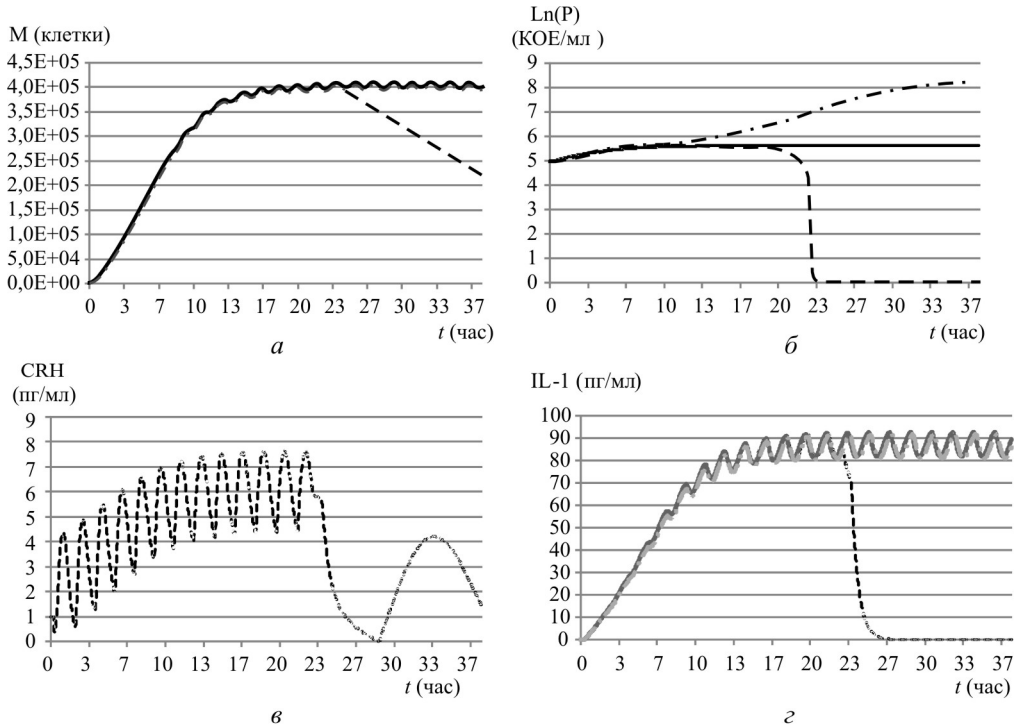


Рис. 2. Графики изменения показателей во времени.
По оси абсцисс отложено время в часах, по оси – отложено полученное с помощью компьютерной симуляции значение показателя. Пунктирной линией показан первый сценарий, сплошной – второй сценарий, штрихпунктирной – третий сценарий; *а* – моноциты–макрофаги, *б* –бактерии, *в* – кортиколиберин, *г* – интерлейкин-1

В первом сценарии моделировалась бактериальная инвазия и успешная борьба организма. В начальный момент времени макрофагами выделялся интерлейкин-1 при борьбе с бактериями. После успешного уничтожения всех бактерий количество интерлейкина-1 снижалось до нуля. Данная реакция организма протекала на фоне стабильного циркадного ритма изменения показателей нейроэндокринной и иммунной систем. Условно можно сказать, что в клинической практике это будет соответствовать либо отсутствию клинических проявлений, либо острому воспалению, заканчивающемуся выздоровлением.

Второй сценарий описывал постоянную борьбу организма с бактериями. В клинической практике примером данного вида сценария может быть хроническое заболевание. В периоды, когда из-за циркадных ритмов снижается активность защитной функции нейроэндокринной и иммунной системы, происходит увеличение количества бактерий. В последующий период времени снижается их количество из-за активизации работы защитных механизмов. В больших временных масштабах количество бактерий в организме остается постоянным.

В третьем сценарии отображена бактериальная инвазия на фоне снижения выработки макрофагов в результате вредного воздействия среды обитания. Вследствие нормальной регуляции процессов нейроэндокринной системы изменение значений ряда показателей совпадает со вторым сценарием. Моделировалось уменьшение количества макрофагов из-за снижения их производства костным мозгом. Вследствие этого увеличивалось количество бактерий в организме. В клинике это может соответствовать обострению или значительному ухудшению прогноза заболевания.

Таким образом, в данной работе представлена прогностическая математическая модель функционирования регуляторных систем в условиях бактериальной инвазии под воздействием химических факторов, которая качественно отражает происходящие процессы. Приведенная модель неполно описывает сложный многокомпонентный процесс взаимодействий регуляторных систем при бактериальной инвазии в условиях химической контаминации, но позволяет качественно показать механику многокомпонентного взаимодействия регуляторных систем при воспалительных реакциях бактериального генеза. Исходя из этого, в дальнейшем планируется расширить компонентный состав модели с включением реакций адаптивного иммунитета, механизмов противовирусной защиты, с возможным выходом на популяционный анализ зависимости инфекционной заболеваемости от химической контаминации.

Список литературы

1. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Землянова М.А. Гигиеническая индикация последствий для здоровья при внешнесредовой экспозиции химических элементов. Пермь: Книжный формат, 2011. 489 с.

2. Bairagi N., Chatterjee S., Chattopadhyay J. Variability in the secretion of corticotropinreleasing hormone, adrenocorticotropic hormone and cortisol and understandability of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis dynamicsa mathematical study based on clinical evidence // Math. Med. Biol. – 2008. – Vol. 25. – P. 37–63.

3. Janeway's Immunobiology. Eighth Edition. By Kenneth Murphy; with acknowledgment to Charles A. JanewayJr., Paul Travers, and Mark Walport; with contributions by Allan Mowat and Casey T. Weaver. – London and New York: Garland Science (Taylor & Francis Group). – 868 p.

4. The role of adrenocorticoids as modulators of immune function in health and disease: neural, endocrine and immune interactions / B.S. McEwen, C.A. Biron, K.W. Brunson et al. // Brain Res. Brain Res. – Rev. 1997. – Vol. 23 (1–2). – P. 79–133.

Построение модели упрощённой системы гормональной регуляции «гипофиз – щитовидная железа»

А.В. Алексеева

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,
г. Пермь, Россия

На сегодняшний день математическое моделирование является основным способом решения многих задач, связанных с анализом работы различных систем и процессов. Так, построение моделей находит широкое применение в сфере физиологии при исследовании функционирования систем организма и прогнозировании возможных патологий. На данный момент создано множество моделей как полных функциональных систем, так и их отдельных участков. Наибольшего успеха удалось добиться в моделировании сердечно-сосудистой системы [6, 8]. Созданные модели успешно применяются в медицине для исследования течения заболеваний, тестирования лекарственных препаратов и создания искусственных органов с целью протезирования. Активно развивается направление построения комплексных моделей взаимосвязанных систем организма.

Иная ситуация наблюдается при построении моделей гормональной регуляции. Моделирование процессов, связанных с гормонами, вызывает затруднения ввиду недостаточной изученности этой области физиологии. Тем не менее существуют работы, в которых предприняты попытки создания таких моделей, описывающих не целостную систему регуляции, а отдельные цепочки гормонов. В работе [7], посвящённой описанию существующих моделей регуляции тестостерона, авторы отмечают, что первой математически содержательной моделью, описывающей динамику цепочки гормонов «лютеинизирующий релизинг-гормон – лютеинизирующий гормон – тестостерон» является модель, описываемая в [14]. Построению стохастической модели секреции тестостерона посвящена работа [13]. Результаты, полученные с помощью модели, сравниваются с данными экспериментальных наблюдений. Хотя стохастические модели лучше согласуются с экспериментом, чем модели с регулярной динамикой, они достаточно сложны для представления. В [5] приводятся математические модели гормональной регуляции роста овариальных фолликулов, наиболее подходящие для описания механизмов функционирования женской репродуктивной системы. Обсуждается возможность моделирования функционального состояния репродуктивной системы конкретной пациентки, участвующей в программе ЭКО.

В то время как работы по моделированию регуляции гормонов половых желез существуют, и исследования в этом направлении ведутся достаточно активно, мало внимания уделяется построению моделей, связанных с регуляцией гормонов щитовидной железы, хотя эксперименты по их изучению проводятся. В результате экспериментов накоплены данные, которые позволяют приступить к попыткам создания модели гормональной регуляции с участием гормонов щитовидной железы.

Целью настоящей работы является построение модели упрощенной системы гормональной регуляции, происходящей между гипофизом и щитовидной железой.

Для достижения поставленной цели за основу берётся принцип моделирования медленных колебаний, изложенный в [7], где авторы строят модель цепочки гормонов на основании системы трёх дифференциальных уравнений, каждое из которых описывает скорость концентрации одного из гормонов. Производная по концентрации гормона представлена в виде разности секреции и освобождения гормона.

Концептуальная постановка задачи. Работа эндокринной системы происходит под контролем центральной нервной системы. Совместное действие этих систем осуществляет регуляцию и координацию функций организма, обеспечивая его существование как единого целого [12]. Прежде всего следует рассмотреть механизм функционирования той части эндокринной системы, модель которой будет построена. Тиротропин-рилизинг гормон (ТРГ), синтезируемый гипоталамусом, попадает в гипофиз, способствуя продукции им тиреотропного гормона (ТТГ). ТТГ, в свою очередь, воздействует на щитовидную железу, что приводит к образованию тиреоидных гормонов: T_3 – трийодтиронина и T_4 – тироксина. По механизму отрицательной обратной связи тиреоидные гормоны влияют на гипоталамус и гипофиз. Данный механизм заключается в следующем: когда концентрация гормонов в крови становится максимальной, секреция ТТГ снижается до минимума, напротив, низкая концентрация тиреоидных гормонов в крови обусловливает высокую скорость секреции ТТГ. Ввиду отсутствия численных данных о ТРГ, пользуясь тем, что механизм отрицательной обратной связи действует преимущественно на уровне гипофиза, предполагаем допустимым исключить звено гипоталамуса из рассматриваемой системы.

В функционировании гипофизарно-щитовидной системы значительную роль играет йод. Поступая с пищей, он всасывается в кишечнике в кровь и поглощается из нее клетками щитовидной железы. Скорость захвата йода щитовидной железой обратно пропорциональна скорости его выведения почками и составляет около 2 мкг/ч [3]. Транспорт йода из крови в щитовидную железу усиливается под влиянием ТТГ. В соответствии с установленными данными, суточное потребление йода составляет 150–200 мкг, в странах Европы – до 300 мкг, а в США – до 500 мкг [3]. Из 500 мкг йода, всосавшегося из верхних отделов кишечника в кровь, около 115 мкг захватывается щитовидной железой. Около 75 мкг йода используется в сутки на синтез тиреоидных гормонов, 40 мкг возвращается обратно во внеклеточную жидкость. Синтезированные тироксин и трийодтиронин разрушаются в последующем в печени и других тканях, высвобождающийся при этом йод в количестве 60 мкг попадает в кровь и внеклеточную жидкость, а около 15 мкг йода, конъюгированного в печени с глюкуронидами или сульфатами, выводятся в составе желчи [4].

Для обеспечения синтеза тиреоидных гормонов суточное потребление йода должно составлять около 150 мкг. В действительности, в коллоиде щитовидной железы содержится достаточный запас тиреоидных гормонов, чтобы организм мог обходиться без снабжения йодом в течение нескольких месяцев, но при более длительном отсутствии йода в пище тиреоидные гормоны уже не могут вырабатываться в количествах, необходимых для нормальной жизнедеятельности организма. Согласно норме, содержание йода в щитовидной железе составляет примерно 600 мкг на 1 г ткани железы. За сутки около 485 мкг йода выводится из организма с мочой и около 15 мкг – с фекалиями. Средняя концентрация йода в плазме крови составляет около 0,3 мкг/л [4].

Гипофиз продуцирует ТТГ со скоростью 50–200 мЕд/сут. Концентрация ТТГ в крови в норме составляет: 0,6–3,8 мкМЕ/мл – согласно РИА-методу, 0,24–2,9 мкМЕ/мл – в соответствии с ИФ-методом [11]. Щитовидная железа секретирует около 80–100 мкг T_3 и T_4 в сутки, соотношение T_4: T_3 составляет 20:1. Весь тироксин (T_4), присутствующий в крови, секретирован щитовидной железой. Период полураспада T_4 в плазме крови составляет примерно 6–7 дней, а период полусуществования T_3 – приблизительно сутки. Трийодтиронина (T_3) в щитовидной железе производится мало, и он составляет только 10–12 % T_3, присутствующего в крови. 80–90 % его образуется на периферии в результате дейодирования тироксина. Дейодирование тиреоидных гормонов является важнейшим направлением их метаболизма. Предполагается, что основным действующим гормоном является T_3, а тироксин – его предшественник – прогормон, обеспечивающий постоянный запас гормона в малоактивной форме. Биологическая активность T_3 в 3–5 раз выше, чем T_4. В результате дейодирования тироксина, помимо трийодтиронина, образуется реверсивный (обратный) трийодтиронин, который является практически неактивным агентом и образуется в относительно больших количествах при некоторых хронических болезнях, при углеводном голодании у плодов. В норме около 35 % T_4 дейодируется до T_3, 45 % – до pT_3, а оставшиеся 20 % непосредственно участвуют в регуляции обменных процессов, разрушаются и экскретируются [2].

Приведённому описанию функционирования системы соответствует схема, представленная на рис. 1.

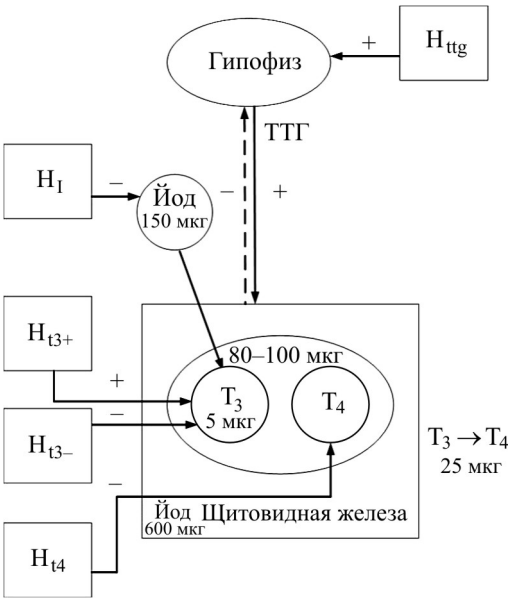


Рис. 1. Схема гормональной регуляции в системе «гипофиз – щитовидная железа» (пунктирной стрелкой обозначена отрицательная обратная связь; символы *H* – химические вещества, стимулирующие секрецию либо препятствующие ей)

Математическая постановка задачи. Для построения математической модели в соответствии с физиологическим механизмом взаимодействия гормонов, приведённым выше, вводятся следующие параметры: TTG – тиреотропный гормон, продуцируемый передней долей гипофиза, T_3 – трийодтиронин и T_4 – тироксин – гормоны щитовидной железы, I – йод, $a_1, a_2, b_1, b_2, g_1, g_2$ – коэффициенты секреции, v_1, v_2, v_3, v_4 – коэффициенты освобождения. Символами H обозначены химические вещества, положительно (со знаком «плюс») или отрицательно (со знаком «минус») воздействующие на секрецию гормонов. Отметим, что воздействие химических веществ будет учтено только на этапе общего представления системы уравнений, так как на данный момент мы не располагаем информацией по подробностям воздействия конкретных химических веществ. Поэтому при дальнейших рассуждениях будем предполагать, что химическое воздействие отсутствует ($H = 0$).

Математическая модель задаётся системой дифференциальных уравнений (1). Система представлена четырьмя уравнениями, первые три из которых описывают скорость секреции одного из гормонов, входящих в рассматриваемую систему (ТТГ, T_3 или T_4), а четвёртое – скорость захвата йода щитовидной железой. В соответствии с [7] при описании динамики уровня гормонов учитывают две тенденции: освобождение гормона, в результате чего уровень гормона снижается, и секреция гормона. В связи с этим первые три уравнения строятся по принципу – скорость секреции минус скорость освобождения. Скорость освобождения в основном зависит от уровня самого гормона, а скорость секреции обусловлена уровнем и динамикой других гормонов, связанных с данным. В нашем случае скорость секреции будет определяться ещё и содержанием йода, непосредственно участвующего в формировании тиреоидных гормонов. Скорость захвата йода щитовидной железой представлена как разность скорости поступления йода в кровь и выведения йода из организма.

$$\begin{cases} \dfrac{dTTG}{dt} = a_1 \cdot (1 - \dfrac{T_3}{1+T_3}) + a_2 \cdot (1 - \dfrac{T_4}{1+T_4}) + a_3 \cdot H_{ttg} - v_1 \cdot TTG \\ \dfrac{dT_3}{dt} = b_1 \cdot TTG + b_2 \cdot I + b_3 \cdot H_{t3+} + b_4 \cdot 0,35 \cdot T_4 - b_5 \cdot H_{t3-} - v_2 \cdot T_3 \\ \dfrac{dT_4}{dt} = g_1 \cdot TTG + g_2 \cdot I - g_3 \cdot H_{t4} - v_3 \cdot T_4 \\ \dfrac{dI}{dt} = c_1 \cdot I_{кровь} \cdot TTG - c_2 \cdot H_I - v_4 \cdot I \end{cases} \quad (1)$$

Каждое уравнение является суммой произведений скорости гормона, участвующего в секреции/освобождении, на коэффициент секреции/освобождения. Слагаемые со знаком «плюс» описывают процесс секреции, со знаком «минус» – процесс освобождения. Первые два слагаемых первого уравнения указывают на воздействие тиреоидных гормонов на секрецию ТТГ по принципу обратной связи.

Рассматриваемая система может находиться в состоянии гомеостаза, что позволяет выразить неизвестные параметры, приравняв скорости к нулю.

$$\begin{cases} a_1 \cdot (1-\frac{T_3}{1+T_3}) + a_2 \cdot (1-\frac{T_4}{1+T_4}) + a_3 \cdot H_{ttg} - v_1 \cdot TTG = 0 \\ b_1 \cdot TTG + b_2 \cdot I + b_3 \cdot H_{t3+} + b_4 \cdot T_4 - b_5 \cdot H_{t3-} - v_2 \cdot T_3 = 0 \\ g_1 \cdot TTG + g_2 \cdot I - g_3 \cdot H_{t4} - v_3 \cdot T_4 = 0 \\ c_1 \cdot I_{кровь} \cdot TTG - c_2 \cdot H_I - v_4 \cdot I = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Далее выразим из каждого уравнения коэффициент освобождения v:

$$\begin{cases} v_1 = \frac{a_1}{TTG} \cdot (1-\frac{T_3}{1+T_3}) + \frac{a_2}{TTG} \cdot (1-\frac{T_4}{1+T_4}) + \frac{a_3}{TTG} \cdot H_{ttg} \\ v_2 = \frac{1}{T_3}\left(b_1 \cdot TTG + b_2 \cdot I + b_3 \cdot H_{t3+} + b_4 \cdot 0,35 \cdot T_4 - b_5 \cdot H_{t3-}\right) \\ v_3 = \frac{1}{T_4}\left(g_1 \cdot TTG + g_2 \cdot I - g_3 \cdot H_{t4}\right) \\ v_4 = \frac{1}{I}\left(c_1 \cdot I_{кровь} \cdot TTG - c_2 \cdot H_I\right) \end{cases} \quad (3)$$

Теперь вместо параметров T_3, T_4, TTG подставим соответствующие значения этих гормонов, которые они принимают в норме. На секрецию ТТГ влияют тиреоидные гормоны, содержащиеся в крови, поэтому в первом уравнении системы, учитывая, что скорость секреции T_3 щитовидной железой – примерно 5 мкг/сут., что составляет 12 % всего T_3, содержащегося в крови, значение T_3 = 41,7 мкг/сут. Принимая во внимание, что T_4:T_3 (в щитовидной железе) = 20:1, за норму T_4 примем 100 мкг/сут. В соответствии с вышеприведёнными данными средняя скорость продукции ТТГ гипофизом составляет TTG = 125 мЕд/сут. С целью соблюдения единой системы измерения, переведём микроединицы в микрограммы, тогда $\mathrm{TTG} = 3{,}125 \cdot 10^{-6}$ мкг / сут. Как было сказано ранее, биологическая активность T_3 в 3–5 раз выше, чем T_4. Следовательно, можно предположить, что T_3 в 5 раз сильнее влияет на секрецию ТТГ, тогда $a_1 = 5a_2$. Подставляя все известные значения в первое уравнение и производя соответствующие преобразования, имеем:

$$v_1 = 40639,07a_2 + \frac{H_{ttg}}{3,125} \cdot 10^6 \cdot a_3. \quad (4)$$

Рассмотрим второе уравнение системы, описывающее секрецию T_3. Формирование трийодтиронина происходит при воздействии йода, который содержится в щитовидной железе. Из 500 мкг йода, которые ежедневно, согласно норме США, должен потреблять человек, 23 % захватывается щитовидной железой и 15 % расходуется на синтез тиреоидных гормонов. Поэтому для второго уравнения системы $\mathrm{I} = 75$ мкг. T_3 также образуется в процессе дейодирования тироксина. Но только 35 % T_4 трансформируется в T_3. Учитывая эти значения, преобразуем второе уравнение:

$$v_2 = 7,5 \cdot 10^{-8} b_1 + 1,8 b_2 + \frac{H_{t3+}}{41,7} b_3 + 2,4 b_4 - \frac{H_{t3-}}{41,7} b_5. \quad (5)$$

Из соображений, что в щитовидной железе под воздействием ТТГ и йода происходит синтез и секреция 12 % T_3, предположим, что $b_1 = b_2 = 0,12/2 = 0,06$, тогда $b_3 + b_4 = 0,78$.

Те же значения ТТГ и I можно использовать в третьем уравнении, описывающем секрецию T_4:

$$v_3 = 3,125 \cdot 10^{-8} g_1 + 6 g_2 - \frac{H_{t4}}{100} g_3. \quad (6)$$

За неимением точной информации, допустим, что на синтез и секрецию тироксина ТТГ и йод влияют в равной степени, тогда: $g_1 = g_2 = 0,5$.

Перейдём к рассмотрению последнего уравнения системы – захват йода щитовидной железой. Как уже говорилось, $I_{кровь} = 500$ мкг. Скорость выведения йода из организма составляет 15 мкг/сут., что составляет 16,7 % йода, содержащегося в щитовидной железе по норме. Подставив значения в четвёртое уравнение, будем иметь:

$$v_4 = 104,17 \cdot 10^{-6} c_1 - \frac{H_I}{15} c_2. \quad (7)$$

Также известно, что скорость захвата йода щитовидной железой, значение которой, вообще говоря, приводится в источниках и составляет 48 мкг/сут., обратно пропорциональна скорости выведения йода из организма, тогда $v_4 = 0,0014$.

Теперь, когда значения большинства коэффициентов секреции и освобождения известны, попытаемся решить полученную систему дифференциальных уравнений. Решение будем искать по методу конечных разностей с помощью явной разностной схемы. Данная процедура реализуется в Microsoft Office Excel, где уравнения записываются в виде следующих рекуррентных соотношений (без учёта воздействия химических факторов):

$$\begin{cases} TTG^{t+1} = TTG^t + a_1 \cdot (1 - \frac{T_3^t}{1+T_3^t})\Delta t + a_2 \cdot (1 - \frac{T_4^t}{1+T_4^t})\Delta t - v_1 \cdot TTG^t \cdot \Delta t \\ T_3^{t+1} = T_3^t + b_1 \cdot TTG^t \cdot \Delta t + b_2 \cdot I^t \cdot \Delta t + b_4 \cdot 0,35 \cdot T_4^t \cdot \Delta t - v_2 \cdot T_3^t \cdot \Delta t \\ T_4^{t+1} = T_4^t + g_1 \cdot TTG^t \cdot \Delta t + g_2 \cdot I^t \cdot \Delta t - v_3 \cdot T_4^t \cdot \Delta t \\ I^{t+1} = I^t + c_1 \cdot I_{кровь} \cdot TTG \cdot \Delta t - v_4 \cdot I \cdot \Delta t \end{cases} \quad (8)$$

В качестве начальных значений скоростей секреции TTG^0, T_3^0, T_4^0 и захвата йода I^0 берутся соответствующие норме средние значения, приведённые выше. Кроме того, необходимо учитывать отставание по времени между секрецией гормонов. За единицу времени приняты сутки. Результаты, полученные в ходе регрессионного анализа, отображены в таблицах и на графиках ниже (табл. 1, 2).

С целью получения графика, соответствующего общим представлениям о механизме гормональной регуляции, были рассмотрены два случая. Значения параметров в первом случае наиболее соотносятся с проведёнными вычислениями.

На рис. 2 можно заметить резкие скачки значений скоростей с отставанием по времени. Однако максимальные значения в пиках настолько велики, что весьма сложно проследить изменение значений параметров при нормальном функционировании системы. Поэтому был рассмотрен второй случай, где мы постарались подобрать значения коэффициентов таким образом, чтобы разница между максимальными и нормальными значениями не была столь велика, и прослеживалось изменение значений с выходом на состояние равновесия, пожертвовав с этой целью некоторыми из полученных нами значений (рис. 3).

Таблица 1

Значения коэффициентов в первом случае

Коэффициент	Значение
a1	100
a2	20
v1	0,814*
b1	0,06*
b2	0,06*
b4	0,78*
v2	1,9845*
g1	0,5*
g2	0,5*
v3	3,0155*
c1	0,13
v4	0,0014*

Примечание: * – обозначены значения, которые были получены в ходе вышеизложенных рассуждений.

Таблица 2

Значения коэффициентов во втором случае

Коэффициент	Значение
a1	100
a2	20
v1	0,05
b1	0,06*
b2	0,06*
b4	0,78*
v2	0,15
g1	0,06
g2	0,06
v3	0,36186*
c1	2,5
v4	0,0014*

Примечание: * – обозначены значения, которые были получены в ходе вышеизложенных рассуждений.

График функции при таких коэффициентах представлен на рис. 2.

Действительно, из табл. 2 видно, что значений, полученных в ходе настоящей работы, используется значительно меньше, чем при построении первого графика. В этом случае график будет иметь вид (рис. 3).

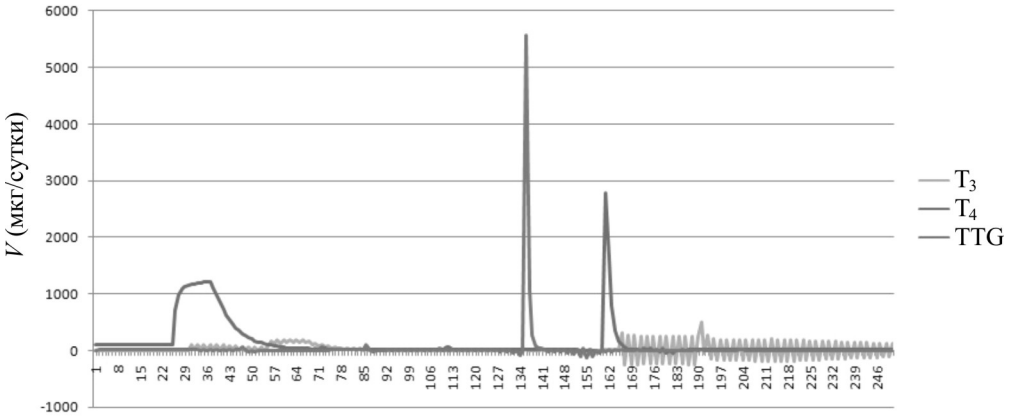


Рис. 2. График зависимостей скоростей секреции T_3, T_4 и ТТГ от времени в первом случае

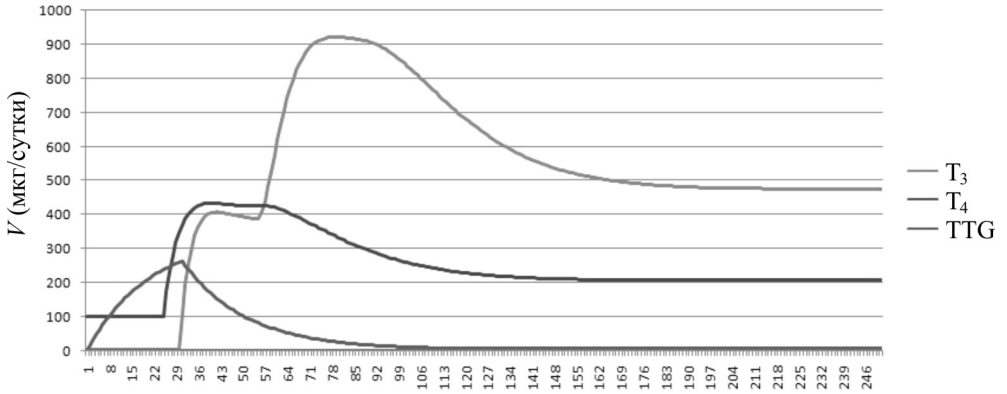


Рис. 3. График зависимостей скоростей секреции T_3, T_4 и ТТГ от времени во втором случае

Глядя на рис. 3, можно сделать вывод о затухающей природе колебаний скоростей секреции гормонов. Колебания вызваны выведением системы из привычного состояния равновесия путём изменения начальных условий. Колебания возникают с отставанием по времени и затем исчезают, возвращая систему в состояние гомеостаза.

К сожалению, пока не удаётся точно вычислить все коэффициенты, с помощью которых можно было бы получить график гормональной регуляции, отражающий реальное функционирование системы «гипофиз – щитовидная железа». Возможно, причиной этого является большое количество неизвестных в системе

при наличии всего четырёх уравнений, что существенно влияет на точность вычисления параметров. Кроме того, на данный момент не учтено влияние химических факторов на секрецию гормонов вследствие отсутствия необходимой информации о дозе воздействующих веществ и скорости их воздействия.

Итак, в ходе работы была построена математическая модель гормональной регуляции системы «гипофиз – щитовидная железа», представляющая собой систему 4 дифференциальных уравнений с 17 неизвестными. Первые три уравнения системы описывают скорости секреции ТТГ, T_3 и T_4 соответственно, а последнее – скорость захвата йода щитовидной железой. Решение системы было получено с помощью конечных разностных схем и представлено в виде графиков зависимостей скоростей секреции ТТГ, T_3 и T_4 от времени. На основании полученных профилей зависимости сделан вывод о затухающей природе колебаний скоростей секреции рассматриваемых гормонов.

Дальнейшие исследования в области гормональной регуляции восполнят недостаток данных, неизбежный на начальном этапе. Это позволит нам разработать более полную и точную модель системы «гипофиз – щитовидная железа». В дальнейшем планируется создание математической модели, описывающей систему гормональной регуляции эндокринной системы целиком, которая включает в себя все периферические эндокринные железы и стимулирующие гормоны.

В долгосрочной перспективе предполагается, что построение комплексных моделей, объединяющих несколько взаимосвязанных систем, даст возможность создать надёжную целостную модель всего человеческого организма, которая позволит изучать биологические системы как единое целое.

Список литературы

1. Бурыкин А.А. Разработка методов компьютерного моделирования функциональных систем организма (на примере сердечно-сосудистой системы): дис. … канд. мед. наук. – М., 2000. – 87 с.

2. Гормоны щитовидной железы // Медицина и здоровье. – URL: http: // www.refmed.ru/health/hormones_of_a_thyroid_gland/m/32914/1.8.html (дата обращения: 22.04.2013)

3. Заболевания щитовидной железы. – URL: http: //www.kuban.su/medicine/shtm/baza/endok/part4-1.htm (дата обращения: 29.05.2013).

4. Йодный баланс в организме // Энциклопедия научной библиотеки. – URL: http: //enc.sci-lib.com/article0001494.html (дата обращения: 27.05.2013).

5. Кишалов А.Е, Зайнуллин Ф.Д. Создание методов и средств имитационного моделирования динамических процессов, происходящих в органах пищеварения человека, с учётом влияния на них различных заболеваний и внешних воздействий (лечения) // Молодой ученый. – 2011. – Т. 1, № 10.– С. 31–33.

6. Лещук В.А. Математическая теория кровообращения. – М.: Медицина, 1991. – 256 с.

7. Медведев А.В., Чурилов А.Н. Шепелявый А.И. Математические модели регуляции тестостерона // Стохастическая оптимизация в информатике: межвуз. сб. / под ред. О.Н. Граничина. – СПб.: Изд-во СПб ун-та. – 2006. – Вып. 2. – С. 147–158

8. Модель сердечно-сосудистой системы, ориентированная на современную интенсивную терапию / Фролов С.В., Маковеев С.Н, [и др.] // Вестник ТГТУ. 2008. – Т. 14, № 4. – С. 892–902.

9 Олимпиева С.В., Каликовский В.В., Матвеева М.П. Математические модели гормональной регуляции фолликулогенеза и возможности их использования для оптимизации режимов стимуляции яичников в программе ЭКО // Проблемы репродукции. – 1999. – № 1. – С. 35–41.

10. Патологическая физиология эндокринной системы // Патологическая физиология: учебник / Н.Н. Зайко, Ю.В. Быць, А.В. Атаман и др. – К.: Логос, 1996. – 650 с. – URL: http: //pathophysiology.dsmu.edu.ua/study/books/zajko_byc/ zajko_1996_546_556_endocr.html (дата обращения: 22.04.2013).

11. Содержание гормонов в крови. – URL: http: //www.medanalizi.ru/medanalizi/Rashifrovka/RashifrovkaStatyi/AnalizGormonRashifr.php (дата обращения: 26.04.2013).

12. Эндокринная система // Регистр лекарственных средств России РЛС «Пациент 2003». – М.: Регистр лекарственных средств России, 2002. – URL: http: // www.rlsnet.ru/books_book_id_2.htm (дата обращения: 12.04.2013).

13. Heuett W.J., Qian H. A stochastic model of oscillatory blood testosterone levels // Bull. Math. Biol. – 2006. – Vol. 68, № 6. – P. 1383–1399.

14. Smith R.W. Hypothalamic regulation of pituitary secretion of luteinizing hormone – II. Feedback control of gonadotropin secretion // Bull. Math. Biol. – 1980. – Vol. 42, № 1. – P. 57–78.

Моделирование процесса течения пищеварительной смеси с учетом функциональных нарушений в моторике желудочно-кишечного тракта*

М.Р. Камалтдинов

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»,
г. Пермь, Россия

В рамках многоуровневой модели эволюции функциональных нарушений в человеческом организме [1] разрабатывается подмодель «мезоуровня» пищеварительной системы, что обусловлено необходимостью установления зависимостей поступления веществ в организм из среды обитания. Данная статья посвящена одному из ключевых аспектов подмодели – процессу течения пищеварительной смеси в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ) с учетом моторики стенок тракта. Наибольшее внимание уделено течению в желудке, ассоциированному с распространением волн сокращения в антральном отделе.

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 12-01-00547-а.

На сегодняшний день в зарубежных и отечественных литературных источниках представлено очень ограниченное количество моделей, рассматривающих процесс транспорта пищи по всему ЖКТ, начиная от ротовой полости и заканчивая толстым кишечником. Как правило, внимание авторов сконцентрировано на моделировании конкретного участка пищеварительного тракта – органов в целом (пищевод, желудок, кишечник) и отдельных частей (например, антральный отдел желудка, участки перехода из желудка в кишечник, из пищевода в желудок).

При рассмотрении моторной функции пищевода часто используются теории перистальтического транспорта [7, 10, 13, 17]. Большинство работ направлены на изучение механических аспектов течения жидкости в бесконечных трубах заданной формы в двумерной или осесимметричной постановке и не рассматривают более реалистичные модели течения в трубах конечной длины, которые можно применить для описания физиологических процессов. В последних работах исследователи обращают внимание на свойства стенки перистальтического сосуда, в частности, в модели включаются элементы, учитывающие мышечные сокращения в ответ на электрические сигналы нервной системы [5].

С развитием методов ультразвуковой диагностики, магнитно-резонансной и компьютерной томографии, позволяющих получать экспериментальные данные с живого человеческого организма, активно развивается воспроизведение моделей движения пищеварительной смеси в желудке и двенадцатиперстной кишке [3, 15]. Значительная часть моделей посвящена исследованию движения пищи с учетом волн сокращения в антральном отделе желудка, что обусловлено их ключевой ролью в процессе желудочного пищеварения [9]. Одна из первых компьютерных моделей желудка [8] разработана с использованием численного метода решёточных уравнений Больцмана. Результаты моделирования показывают наличие течения жидкости, обратного к направлению распространения волн сокращения в антральном отделе желудка [13], а также циркулирующие потоки между пиками соседних волн, оба этих фактора способствуют перемешиванию пищи, кроме того, несимметричность формы и сокращение пилорического отверстия приводят к образованию циркулирующих потоков в кишечнике [4].

Наибольший интерес представляет трехмерная модель движения жидкости различной вязкости в человеческом желудке в процессе пищеварения [6, 16, 18]. Разработанный авторами алгоритм основан на синусоидальном законе сокращения стенок желудка и определяет изменение конфигурации сетки, аппроксимирующей внутреннюю поверхность желудка при распространении волн сокращения в антральном отделе. При моделировании сделан ряд серьезных допущений, большая часть которых связана с отсутствием информации для верификации более сложных моделей. Кроме того, в модели не рассматривается процесс эвакуации жидкости в кишечник и изменение параметров волн в разные фазы пищеварительного цикла.

Для описания движения пищеварительной смеси в кишечнике используются теории перистальтического течения [14], метод решёточных уравнений Больцмана [2]. Комплексные модели учитывают не только движение пищеварительной смеси в кишечнике, но и процессы растворения, разложения пищи под действием ферментов, всасывания питательных веществ в кровь [11].

Несмотря на то что в последнее десятилетие модели движения пищеварительной смеси в ЖКТ активно развиваются, до сих пор сравнительно немного работ по-

священы трехмерному моделированию. Работы в данном направлении требуют дальнейшего развития, при этом особое внимание представляется необходимым уделять развитию моделей однофазных (нелинейно вязкие жидкости с изменяющимися в ходе происходящих биохимических процессов параметрами смеси) и многофазных сред (жидкости с частицами пищи и токсическими веществами). Актуальной проблемой является моделирование течения в ЖКТ с учетом обратных связей – зависимости сократительной деятельности стенок тракта желудка от параметров пищеварительной смеси.

Кроме того, в рамках концепции эволюционного моделирования функциональных нарушений в человеческом организме необходимо учитывать нарушения ЖКТ при рассмотрении течения пищеварительной смеси, в частности, моторной функции. Спад моторной функциональности в общем случае можно представить через изменение характеристик перистальтических волн, распространяющихся по пищеварительному тракту, например, через уменьшение их амплитуды.

На данном этапе моделирования основное внимание уделено разработке модели течения в желудке с учетом распространения волн сокращения в антральном отделе, так как именно в этом органе ЖКТ наиболее ярко выражены эффекты сократительной моторной деятельности, обеспечивающие гомогенизацию и перемешивание пищеварительной смеси. В настоящее время выполнен упрощенный вариант расчета течения в желудке с использованием вычислительного пакета Ansys Fluent. Рассматривается двумерное осесимметричное течение жидкости в трубе длиной 0,25 м с радиусом в недеформируемом состоянии d_0 = 0,015 м. Геометрия трубы с указанными размерами построена в Ansys DesignModeler, построение сетки выполнено в Ansys Meshing. Форма деформируемого участка в начальный момент времени определяется соотношением:

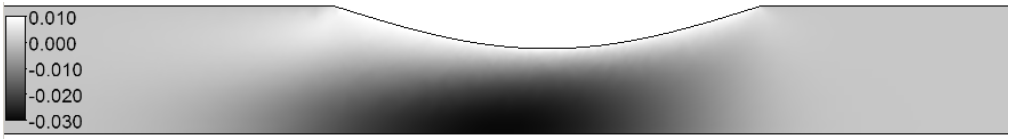
$$r(x) = d_0 - (d_0 - d)F\sin\frac{2\pi}{\lambda}(x - 0,05)\text{, при } 0,05 \le x \le 0,1; \quad (1)$$

$$r(x) = 0\text{, при } 0 \le x < 0,05,\ 0,1 < x < 0,25; \quad (2)$$

где $r(x)$ – радиус трубы (м), $\lambda / 2 = 0,25$ – ширина волны (м), x – координата вдоль оси трубы, $d = 0,005$ – минимальный радиус трубы в сокращенном состоянии (м), F – моторная функциональность желудка. Параметр $F = 1$ соответствует отсутствию функциональных нарушений моторики желудка, при $F = 0$ моторная функция в желудке полностью не выполняется.

Распространение волны сокращения моделируется сдвигом деформированного участка вдоль оси трубы с постоянной скоростью $c = 0,01$ м/с. Значительное изменение геометрии трубы требует периодического перепостроения сетки, которое осуществляется с помощью инструментов Dynamic Mesh в решателе Fluent с использованием скрипта (User-Defined Function), написанного на языке *C*. Расчет течения выполнен в Ansys Fluent 12.0 для воды, левая граница расчетной области является открытой (нулевое относительное давление), нижняя граница расчетной области является осью симметрии. Правая граница области соответствует закрытому состоянию пилорического сфинктера.

а



б

Рис. Распределение аксиальной компоненты скорости [м/с] в центральном участке трубы: *а* – при $F = 1$ в момент времени t = 5 с; *б* – при $F = 0,5$ в момент времени t = 5 с

Результаты расчета показывают образование течения жидкости, обратного направлению распространения волн, с наибольшей по модулю скоростью в узкой части трубы 0,138 м/с, что согласуется с известными литературными данными. При функциональности желудка $F = 0,5$ минимальный радиус сокращения составляет 0,01 м, максимальная скорость – 0,003 м/с (рисунок). Снижение скорости течения приводит к слабому перемешиванию пищи, задерживанию смеси в полости ЖКТ.

На данном этапе получены результаты, характеризующие процесс течения в антральном отделе желудка на качественном уровне. Выполнена первичная оценка поля скорости в зависимости от моторной функциональности желудка. Дальнейшее развитие моделирования течения в желудке предполагает построение реальной геометрии с использованием изображений ультразвуковых исследований с уточнением параметров процесса распространения волн. Кроме того, планируется добавление в расчет второй фазы – твердых частиц пищи. Возможные варианты расширения модели включают в себя: добавление остальных отделов ЖКТ, учет двух других основных функций ЖКТ – секреторной и всасывательной, включение управляющих элементов нейрогуморальных систем.

Список литературы

1. Математическая модель эволюции функциональных нарушений в организме человека с учетом внешнесредовых факторов / П.В. Трусов, Н.В. Зайцева, Д.А. Кирьянов, М.Р. Камалтдинов, М.Ю. Цинкер, В.М. Чигвинцев, Д.В. Ланин // Математическое моделирование и биоинформатика. – 2012. – № 2. – С. 589–610. [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.matbio.org/2012/Trusov_7_589.pdf (дата обращения: 05.12.2012).

2. A multiscale lattice Boltzmann model of macro- to micro-scale transport, with applications to gut function / Y. Wang, J.G. Brasseur, G.G. Banco, G.A. Webb, A.C. Ailiani, T. Neuberger // Phil. Trans. R. Soc. A. – 2010. – Vol. 368. – P. 2863–2880.

3. Analysis of flow phenomena in gastric contents induced by human gastric peristalsis using CFD / H. Kozu, I. Kobayashi, M. Nakajima, K. Uemura, S. Sato, S. Ichikawa // Food Biophysics. – 2010. – Vol. 5. – P. 330–336.

4. Dillard S., Krishnan S., Udaykumar H.S. Mechanics of flow and mixing at antroduodenal junction // World. J. Gastroenterol. – 2007. – Vol. 13. – P. 1365–1371.

5. Dudchenko O.A., Guria G.T. Self-sustained peristaltic waves: explicit asymptotic solutions // Physical Review E. – 2012. – Vol. 85.

6. Ferrua M.J., Singh R.P. Modeling the fluid dynamics in a human stomach to gain insight of food digestion // Journal of food science. – 2010. – Vol. 75. – P. 151–162.

7. Function of longitudional vs. circular muscle fibers in esophageal peristalsis, deduced with mathematical modeling / J.G. Brasseur, M.A. Nicosia, A. Pal, S. Miller // World journal of gastroenterology. 2007. – Vol. 13. – P. 1335–1346.

8. Gastric flow and mixing studied using computer simulation / A. Pal, K. Indireshkumar, W. Schwizer, B. Abrahamsson, M. Fried, J.G. Brasseur // Proc. R. Soc. Lond. B. – 2004. – Vol. 271. – P. 2587–2594.

9. Kong F., Singh R.P. Disintegration of solid foods in human stomach // Journal of food science. – 2008. – Vol. 73. – P. 67–80.

10. Li M., Brasseur J.G., Dodds W.J. Analysis of normal and abnormal esophageal transport using computer simulation // Amer. J. Phys. – 1994. – Vol. 266. – P. 525–543.

11. Mathemathical modeling of transport and degradation of feddstuffs in the small intestine / M. Taghipoor, P. Lescoat, J.R. Licois, C. Georgelin, G. Barles // Journal of Theoretical Biology. – 2011. – Vol. 294. – P. 114–121.

12. Pal A., Brasseur J.G, Abrahamsson B. A stomach road or «Magenstrasse» for gastric emptying // Journal of Biomechanics. – 2007. – Vol. 40. – P. 1202–1210.

13. Pal A., Brasseur J.G. The mechanical advantage of local longitudinal shortening on peristaltic transport // Journal of biomechanical engineering. – 2002. – Vol. 124. – P. 94–100.

14. Riahi D.N., Roy R. Mathematical modeling of peristaltic flow of chyme in small intestine // Appl. Appl. Math. – 2011. – Vol. 6. – P. 428–444.

15. Schulze K. Imaging and modeling of digestion in the stomach and the duodenum // Neurogastroenterol Motil. – 2006. – Vol. 18. – P. 172–183.

16. Singh S., Singh R.P. Gastric Digestion of Foods: Mathematical Modeling of Flow Field in a Human Stomach // Food Engineering Interfaces. – 2011. – P. 99–117.

17. Toklu E. A new mathematical model of peristaltic flow on esophageal bolus transport // Scientific research and essays. – 2011. – Vol. 6. – P. 6606–6614.

18. Xue Z., Ferrua M.J., Singh R.P. Computational fluid dynamics modeling of granular flow in human stomach // Alimentos hoy. – 2012. – Vol. 21. – P. 3–14.

Актуальные вопросы обеспечения безопасности наночастиц и наноматериалов, регуляции и контроля за нанотехнологиями

А.А. Казак[1], Е.Г. Степанов[1], И.В. Гмошинский[2]

[1] Управление Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Башкортостан, г. Уфа, Россия,
[2] Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт питания» РАН, г. Москва, Россия

Нанотехнологии (НТ) – это совокупность приемов и методов, применяемых при изучении, проектировании и производстве веществ в высокодисперсной форме (наноструктур), устройств и систем, включающих целенаправленный контроль и модификацию формы, размера, взаимодействия и интеграции составляющих их наномасштабных элементов (1–100 нм), наличие которых приводит к улучшению или к появлению дополнительных эксплуатационных и/или потребительских характеристик и свойств получаемых продуктов [1, 18, 19].

В многочисленных исследованиях показано, что в связи с физико-химическими особенностями поведения веществ в высокодисперсной форме, такими как повышенная реакционная и каталитическая способность, растворимость, адсорбционный потенциал, а также со способностью наночастиц (НЧ) проникать через биологические барьеры организма, взаимодействовать с биологическими макромолекулами (белок, ДНК, РНК) [7, 13, 16] или изменять проницаемость клеточных биоструктур для различных токсикантов, токсичность целого ряда веществ в форме НЧ может быть выше, чем у их аналогов в виде сплошных фаз или макроскопических дисперсий [11, 17].

Несмотря на заявляемые преимущества НМ, появление нанотехнологических продуктов на потребительском рынке представляет собой не только позитивную динамику развития научно-технического прогресса, но и потенциальный источник возможных рисков для здоровья человека и окружающей среды.

В связи с этим актуальными проблемами для мирового сообщества является изучение безопасности НМ, создание методологии по оценке их биосовместимости, биодеградируемости, токсичности, совершенствование норм международно-правового регулирования их производства, предупреждения рисков загрязнения окружающей среды. Данный комплекс проблем, обозначаемый в литературе обобщённым термином «нанобезопасность», находится в центре внимания широкого ряда международных и национальных организаций, ведающих вопросами здравоохранения и охраны окружающей среды [9, 10, 14, 17, 19]. Во всех промышленно развитых странах созданы центры по развитию нанотехнологий (таблица) [3].

НТ представляют собой быстро развивающееся направление современной науки и техники [9, 19], в связи с чем область применения искусственно сконструированных НЧ и НМ постоянно расширяется и в настоящее время включает, кроме всего прочего, пищевую промышленность [2, 6], товары народного потреб-

ления [4, 5, 20]. Наиболее важным объектом при оценке риска для здоровья граждан, связанного с НМ, представляется использование нанотехнологий при производстве пищевых продуктов, парфюмерно-косметической продукции, как при непосредственном их использовании или употреблении, так и при воздействии поступления наночастиц и наноматериалов в окружающую среду в процессе их производства.

Центры, государственные и неправительственные организации, поддерживающие развитие нанотехнологий

Страна	Центры нанотехнологий
США	National Nanotech Initiative (NNI) Food and Drug Administration (FDA)
	Environmental Protection Agency (EPA)
	Center for Nanotechnology
	National Science Foundation
	Project of emerging Nanotechnologies
Европейский союз	Community Research & Development Information Service (CORDIS)
	European Nanotechnology Gateway
	European Nanobusiness Association
Великобритания	Institute of Nanotechnology
	The Royal Society and Royal Academy of Engineering
	Health and Safety Executive (HSE)
	Institute of Food Science and Technology (IFST)
	Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra)
Франция	Ministry of Research and New Technology
	French Research Network in Micro and Nano Technologies
Германия	Federal Ministry of Education and Research
Россия	ГК «Роснанотех»
	РНЦ «Курчатовский институт»
	РКТ «Нанотехнологии»
	Центр нанотехнологий и наноматериалов Росатома
	Наноцентр МЭИ
Канада	National Institute of Nanotechnology
Япония	Nanotechnology Researchers Network Center (Nanonet)
	National Food Research Institute (NFRI)
Китай	National Center for Nanoscience and Technology (NCNST)
	Key Laboratory of Molecule Nanostructure and Nanotechnology, Chinese Academy of Sciences
Тайвань	Industrial Technology Research Institute (ITRI)
	NanoTechnology Research Center
	NanoMark
Южная Корея	National NanoFab Center (NNFC)
	National Center for Nanomaterial Technology (NCNT)

С учётом того, что в перспективе ожидается всё более тесный контакт человека, сельскохозяйственных животных и растений с наноматериалами, изучение вопросов нормирования и контроля новых видов пищевой продукции, полученной с использованием нанотехнологий, их использования при производстве пищевых продуктов представляется первостепенной задачей. Большое значение имеет контроль за производством, оборотом, использованием и утилизацией всех видов на-

нотехнологической продукции, способной поступать и накапливаться в сельскохозяйственном сырье и пищевых продуктах, при контакте с которыми может происходить экспонирование человека наночастицами, оказывающими потенциально неблагоприятное воздействие на состояние здоровья ныне живущего и будущих поколений [8, 21, 22, 15].

Перед гигиенической наукой стоит задача по разработке и обоснованию комплексной системы идентификации, оценки качества, безопасности и мониторинга использования НМ и НТ при производстве и обороте пищевой продукции. До последнего времени подобной системы в Российской Федерации не существовало. На международном уровне также нет однозначного подхода к решению вопросов, связанных с оценкой безопасности, регистрацией и маркировкой НМ пищи.

Ввиду вышеуказанного и с учётом быстро расширяющегося объёма и ассортимента рынка нанотехнологической продукции необходимым является разработка временных (до принятия технических регламентов) нормативно-методических документов, позволяющих проводить оценку и подтверждение соответствия этой продукции требованиям, определяемым её безопасностью и функциональным назначением.

На практике оценка безопасности новых видов НЧ и НМ в настоящее время встречает значительные трудности. Это связано, в первую очередь, с недостаточной разработанностью как в нашей стране, так и за рубежом методической, нормативной и законодательной базы, направленных на обеспечение безопасного использования нанотехнологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. Создание нормативной и методической базы гигиенической оценки нанотехнологической продукции является насущной потребностью системы санитарно-эпидемиологического федерального надзора, определяемой необходимостью гарантировать безопасность использования новых технологий для здоровья населения.

В свете изложенного разработка порядка гигиенического контроля за пищевой продукцией, получаемой с применением нанотехнологий, на основе анализа международной законодательной и нормативной базы – представляется важной и актуальной.

Проведённый анализ литературных источников отечественного и зарубежного опыта в области обеспечения безопасности наночастиц и наноматериалов и регуляции и контроля за нанотехнологиями показал, что тенденции в развитии нормативно-методического обеспечения в России и за рубежом являются сходными и развитие осуществляется в близких направлениях. Однако ряд направлений в совершенствовании системы нанобезопасности в России и за рубежом существенно различается.

В США преобладает направление в развитии системы нанобезопасности, которое может быть охарактеризовано как «консервативное», состоящее в максимальной адаптации к регуляции наноматериалов действующего законодательства, разработанного для традиционных форм химических веществ. Во всех случаях, когда есть основание полагать, что переход от «традиционной» к наноразмерной форме вещества не сопровождается появлением новых опасных свойств, на наноформы распространяются те же меры безопасности, что и на их «традиционные аналоги».

В ЕС и прочих странах, о которых имеется информация, исходят из необходимости разработки отдельной системы регуляции нанотехнологий. Однако созда-

ние такой системы откладывается на перспективу, что мотивируется необходимостью накопления больших дополнительных объёмов научных данных об огромном разнообразии наноматериалов, что затруднительно в отсутствие чёткой шкалы приоритетов. Разрабатываемые меры имеют характер, по преимуществу, запретов, налагаемых на отдельные виды продукции (как, например, директива Европарламента по нанокосметике).

В Российской Федерации осуществляется разработка единой системы нормативно-методических документов, регламентирующих оценку безопасности и контроль наноматериалов на всех уровнях (определение приоритетов, анализ и нормирование, пробоотбор, токсиколого-гигиеническая оценка, регуляция и контроль, оценка рисков) и на всех стадиях жизненного цикла наноматериалов (разработка – производство – транспортировка – хранение – оборот – применение – утилизация). К достоинствам рассматриваемой системы контроля относится наличие разработанной методологии оценки приоритетов деятельности на основе алгоритма выявления наноматериалов, представляющих потенциальную опасность для здоровья человека

Таким образом, разрабатываемая в России система обеспечения нанобезопасности находится в русле основных мировых тенденций и по отдельным параметрам их существенно превосходит и опережает.

Однако она нуждается в ближайшей перспективе в дополнении рядом важных документов по контролю за наноматериалами в большом числе видов продукции и объектов окружающей среды и по методам оценки рисков.

Список литературы

1. Белокрылова Е. Особенности формирования государственной политики Россиской Федерации в сфере правового обеспечения экологической безопасности при разработке и применении нанотехники // Право и политика. – 2010. – № 8. – С. 1462–1467.

2. Нанотехнологии в пищевых производствах: перспективы и проблемы / В.М. Верников, Е.А. Арианова, И.В. Гмошинский и др.// Вопросы питания. – 2009. – Т. 78, № 2. – Р. 4–17.

3. Chi-Fai Chau, Shiuan-Huei Wu, Gow-Chin Yen. The development of regulations for food nanotechnology // Trends in Food Science and Technology. – 2007. – Vol. 18. – P. 269–280.

4. Colvin V.L. The potential environmental impact of engineered nanomaterials // Nat. Biotechnol. 2003. – Vol. 21, № 10. – P. 1166–1170.

5. Enzyme immobilisation on electroactive nanostructured membranes (ENM): optimised architectures for biosensing / F.N. Crespilho, M.E. Ghica, C. Gouveia-Caridade, et al. / Talanta. – 2008. – Vol. 76, № 4. – P. 922–928.

6. Exposure to carbon nanotube material: assessment of nanotube cytotoxicity using human keratinocyte cells / A.A. Shvedova, V. Castranova, E.R. Kisin et al. // J. Toxicol. Environ Health A. – 2003. – Vol. 66, № 20. – P. 1909–1926.

7. Li N., Xia T., Nel A.E. The role of oxidative stress in ambient particulate matter-induced lung diseases and its implications in the toxicity of engineered nanoparticles // Free Radic. Biol. Med. – 2008. – Vol. 44, № 9. – P. 1689–1699.

8. Mammalian pharmacokinetics of carbon nanotubes using intrinsic near-infrared fluorescence / P. Cherukuri, C.J. Gannon, T.K. Leeuw et al. // PNAS. – 2006. – V. 103, № 50. – P. 18882–18886.

9. Maynard A.D. Nanotechnology: assessing the risks // Nano today. – 2006. – Vol. 1, № 2. – P. 22–33.

10. Maynard A.D. Nanotechnology: the next big thing, or much ado about nothing? // Ann. Occup. Hyg. – 2007. – Vol. 51, № 1. – P. 1–12.

11. Meeting report: hazard as-sessment for nanoparticles – report from an interdisciplinary workshop / J.M. Balbus, A.D. Maynard, V.L. Colvin et al. // Environ. Health Persp. – 2007. – Vol. 115, № 11. – P. 1654–1659.

12. Nanoparticles: pharmacological and toxicological significance / C. Medina, M.J. Santos-Martinez, A. Radomski et al. // British Journal of Pharmacology. – 2007. – Vol. 150. – P. 552–558.

13. Preclinical studies to understand nanoparticle interaction with the immune system and its potential effects on nanoparticle biodistribution / M.A. Dobrovolskaia, P. Aggarwal, J.B. Hall et al. // Mol. Pharm. – 2008. – Vol. 5, № 4. – P. 487–495.

14. Principles for characteriz-ing the potential human health effects from exposure to nanomaterials: elements of a screening strategy / G. Oberdörster, A. Maynard, K. Donaldson et al. // Part. and Fibre Toxicol. – 2005. – Vol. 2, № 1. – P. 8–43.

15. Research strategies for safety evaluation of Nanomaterials. Part II. Toxicological and safety evaluation of nanomaterials, current challenges and data needs / M.P. Holsapple, W.H. Farland, T.D. Landry et al. // Toxicol. Sci. – 2005. – Vol. 88, № 1. – P. 12–17.

16. Roca M., Haes A.J. Probing cells with noble metal nanoparticle aggregates // Nanomed. – 2008. – Vol. 3, № 4. – P. 555–565.

17. Seaton A., Donaldson K. Nanoscience, nanotechnology and the need to think small // Lancet. – 2005. – Vol. 365, № 9463. – P. 923–924

18. Szentkuti L. // J. Control. Release. – 1997. – Vol. 46, № 3. – P. 233–242.

19. Taylor M.R. Assuring the safety of nanomaterials in food packaging: the regulatory process and key issues. – Woodrow Wilson International Center for Scholars. Project on emerging nanotechnologies. – 2008. – 100 p.

20. The potential risks of nanomaterials: a review carried out for ECETOC / P.J.A. Borm, D. Robbins, S. Haubold et al. // Particle & Fibre Toxicol. – 2006. – Vol. 3, № 11. – P. 1–35.

21. Translocation of inhaled ultrafine particles to the brain / G. Oberdörster, Z. Sharp, A.P. Elder et al. // Inhal. Toxicol. – 2004. – Vol. 16, No4. – P. 437–445.

22. Unusual inflammator y and fibrogenic pulmonary responses to single-walled carbon nanotubes in mice / A.A. Shvedova, E.R. Kisin, R. Mercer et al. // Am. J. Physiol. Lung Cell. Mol. Physiol. – 2005. – Vol. 289, № 5. – P. L698–L708.

Раздел VII

Проблемы биотехнологии

Опыт применения фаг–опосредованного биопроцессинга при деконтаминации молока и охлажденных полуфабрикатов из курицы

А.В. Алешкин[1], И.А. Киселева[1], В.В. Веревкин[2], О.Г. Ефимова[1], Н.В. Воложанцев[2], О.В. Тарасеева[1], Э.А. Светоч[2], С.С. Афанасьев[1]

[1] Федеральное бюджетное учреждение науки «Московский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского» Роспотребнадзора, г. Москва, Россия,
[2] Федеральное бюджетное учреждение науки «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии», п. Оболенск, Россия

Микробиологическая безопасность пищи является ведущей проблемой гигиены питания. Применение различных пищевых добавок в качестве консервантов при производстве мясных продуктов и продуктов из птицы ухудшает их вкусовые качества и экологическую чистоту. Высокотемпературная обработка молока значительно снижает его вкусовые характеристики. Отработка и последующее внедрение в практику нового метода микробиологической деконтаминации – биопроцессинга, базирующегося на применении видоспецифичных бактериофагов, позволит снизить риск возникновения спорадических случаев и вспышек пищевых токсикоинфекций, увеличить сроки годности продуктов, не подвергшихся термической обработке и полностью сохранить их органолептические качества. Настоящее исследование посвящено отработке методов фаг-опосредованной деконтаминации молока и охлажденного куриного окорока. Молоко в данном исследовании было экспериментально инфицировано штаммами *S. aureus* и *E. coli*, а охлажденный куриный окорок штаммом *S. enteritidis*.

Материалы и методы. Предварительно прокипяченное в течение 3 мин молоко (образцы по 10 мл) контаминировали 1 мл 18-часовой культуры штаммов *S. aureus* 2075 и *E. coli* K12 C600 с концентрацией 10^7 КОЕ/мл. Через 15 минут после заражения опытные образцы деконтаминировали с помощью бактериофагов StaK и ECD4 в различных титрах (10^7, 10^8 и 10^9 БОЕ/мл). В контрольные образцы вместо бактериофагов вносили 1 мл физиологического раствора. Количество бактериальных клеток в контрольных и опытных образцах, хранившихся при температуре 4±2 °C, определяли до внесения бактериофага, а также через 2, 4, 6 и 24 часа после фаговой деконтаминации. Используя банк референс-штаммов и штаммов, выделенных от пациентов, в качестве индикаторных бактериальных культур из объектов окружающей среды были выделены производственно-перспективные стафилококковый (StaK) и эшерихиозный (ECD4) бактериофаги. С помощью микробиологических, биохимических и молекулярно-генетических методов исследованы их биологические свойства и подтверждена безопасность для лабораторных животных и человека.

Предварительно проверенные на отсутствие сальмонелл кусочки куриного окорока площадью 4 см^2 контаминировали штаммом *S. enteritidis* (SE M4) в количестве 10^3 и 10^6 КОЕ/см^2 в течение 24 часов. В первом случае для деконтаминации использовали бактериофаг SEK с активностью 10^3 и 10^8 БОЕ/см^2, во втором – с активностью 10^6, 10^8 и 10^9 БОЕ/см^2. Уровень сальмонеллезной контаминации определяли методом отпечатка на хромогенном агаре «Уриселект» через 24 часа от момента инфицирования, спустя час и 24 часа после начала деконтаминации бактериофагом (то есть 48 часов от начала эксперимента). Контроль после 24-часовой контаминации помещали в физиологический раствор, таким же образом, как опытные образцы погружали в бактериофаговую суспензию. Бактериофаг SEK был выделен из сточных вод птицефабрики, расположенной в Московской области, и на основании его фенотипической и молекулярно-генетической характеристики был отобран как вирулентный сальмонеллезный штамм. Индикаторная бактериальная культура, использованная для культивирования бактериофага, проверялась на отсутствие профага индукцией митомицином С. Бактериофаг SEK в титре 10^{13} БОЕ/мл получали выращиванием на плотных питательных средах в матрасах с последующей стерилизующей фильтрацией и освобождением от эндотоксина на хромотографической колонке.

Результаты и их обсуждение. Через 15 минут после заражения контрольных и опытных образцов молока концентрация *S. aureus* составила 10^6 КОЕ/мл. Через 2 часа после внесения StaK в опытные образцы эффективность элиминации в них *S. aureus* относительно контрольных достигла 99,955 % при использовании стафилококкового бактериофага в титре 10^7 БОЕ/мл, 99,984 % – 10^8 БОЕ/мл и 99,985 % – 10^9 БОЕ/мл. В дальнейшем деконтаминационный эффект нарастал, достигнув к 24 часам во всех опытных образцах более 99,999 %: уровень *S. aureus* в контроле соответствовал 10^9 КОЕ/мл, в опытных образцах – $3{,}2\cdot10^3$, $3{,}6\cdot10^2$ и $2\cdot10^1$ КОЕ/мл, при использовании StaK в титре 10^7, 10^8 и 10^9 БОЕ/мл соответственно. Содержание *E. coli* во всех образцах молока через 15 мин после заражения составило также 10^6 КОЕ/мл. Спустя два часа эффективность элиминации в опытных образцах составила от 99,97 % при использовании фага ECD4 в титре 10^7 БОЕ/мл, до 99,99 % – 10^9 БОЕ/мл. В дальнейшем *E. coli* полностью лизировалась в образцах, обработанных ECD4 с активностью 10^8 и 10^9 БОЕ/мл, а при фаговой деконтаминации в титре 10^7 БОЕ/мл ее значения колебались в интервале $3–4\cdot10^2$ КОЕ/мл. В то же время в контроле уровень *E. coli* постоянно нарастал (от 10^7 через 4 часа до 10^9 КОЕ/мл по истечении суток).

После 24-часового заражения контрольных и опытных образцов уровень контаминации *S. enteritidis* кусочков куриного окорока составил от 20,5±2,7 КОЕ/см^2 при заражающей дозе 10^3 КОЕ/см^2 до $(2{,}2\pm2{,}5)\cdot10^4$ КОЕ/см^2 при бактериальном инфицировании в титре 10^6 КОЕ/см^2. Через час после обработки опытных образцов бактериофагом SEK количество сальмонелл на поверхности кусочков существенно снизилось: до 8,0±1,4 КОЕ/см^2 при использовании фага в титре 10^3 и до 0 КОЕ/см^2, если деконтаминация осуществлялась фагом с активностью 10^8 БОЕ/см^2. Спустя 48 часов от начала исследования уровень сальмонеллезной контаминации контрольных образцов колебался от 36±3 КОЕ/см^2 в первой серии опытов до 300±3 КОЕ/см^2 во второй. В этот же период наблюдалась полная элиминация сальмонеллы с поверхности обработанных фагом кусочков в обеих сериях экспериментов.

Выводы. Проведенное исследование молока подтверждает высокую специфическую литическую активность стафилококкового (StaK) и эшерихиозного (ECD4) бактериофагов в отношении видов бактерий, способных контаминировать продукт в процессе его сбора и переработки. Исследование охлажденного куриного окорока подтверждает возможность полной элиминации *S. enteritidis* в течение 24 часов при соотношении количества фаговых частиц к бактериальным клеткам (множественность инфицирования – МИ) 1:1 и 10^3:1, а при МИ, равном 10^5, 100%-ный лизис сальмонелл осуществляется в течение часа. Использование фаг-опосредованного биопроцессинга для деконтаминации молока и охлажденных куриных полуфабрикатов позволяет эффективно бороться с бактериальным загрязнением и увеличить сроки годности данных продуктов питания, полностью сохранив их пищевую ценность и вкусовые качества.

К методологии гигиенического регламентирования биотехнологических микроорганизмов

О.Н. Дубинина, Н.Ю. Хуснутдинова, Р.Ф. Хуснаризанова, М.Р. Яхина, Л.Г. Гизатуллина, Т.И. Парфенова

Федеральное бюджетное учреждение науки
«Уфимский научно-исследовательский институт
медицины труда и экологии человека»,
г. Уфа, Россия

Биотехнологии приобретают все возрастающее значение в различных отраслях промышленности (медицинской, пищевой, химической, сельскохозяйственной и др.). Значительная часть этих технологий построена на использовании промышленных микроорганизмов (ПМ), являющихся сапрофитными штаммами – продуцентами антибиотиков, ферментов, аминокислот, БВК; составляют основу готовых форм препаратов для сельского хозяйства, обладающих фунгицидными свойствами, способностью стимулировать рост культурных растений, а также для очистки экосистем от нефти и нефтепродуктов, т.е. углеводородокисляющей активностью.

С учетом того обстоятельства, что микроорганизмы, разрешенные к применению в качестве промышленных, не должны обладать патогенными для человека свойствами, препараты на их основе выгодно отличаются от фунгицидов и реагентов химической природы, так как значительно менее токсичны, менее опасны в плане кумуляции и отдаленных эффектов, при их получении не образуется значительных количеств отходов, загрязняющих окружающую среду.

С этих позиций большой интерес представляют разработки, выполненные в научных и научно-производственных организациях Республики Башкортостан: ООО НВП «БашИнком», ООО «Биофорт», Институт биологии и Опытный завод Академии наук РБ, ОАО «ГазпромНефтехимСалават», – результатом которых было выделение из внутренних тканей растений, а также из почвы определенных территорий штаммов микроорганизмов, проявляющих специфическую фунгицидную и фунгистатическую активность, иногда – способность стимулировать рост проростков культурных растений; а в ряде случаев – углеводородокисляющую активность относительно алканов и ароматических соединений.

Вместе с тем в случае бесконтрольного применения ПМ, наряду с химическими веществами, могут явиться загрязнителями объектов окружающей среды, нарушая экологическое равновесие воздуха, почвы, воды водоемов, и оказывать тем самым неблагоприятное влияние на здоровье лиц, работающих в контакте с ними при получении и применении, а также на здоровье населения, что делает актуальными вопросы профилактики возникших эколого-гигиенических проблем. Основу профилактического подхода составляет обязательная токсикологическая оценка предлагаемых к использованию новых микробиологических штаммов, их гигиеническая регламентация, что позволяет рассмотреть возможность государственной регистрации в качестве разрешенных к использованию [6, 8].

Экспериментально-токсикологическими исследованиями к настоящему времени получены основные сведения о патогенетических особенностях действия ПМ на организм. Показано, что общетоксическое их влияние можно охарактеризовать как слабовыраженное; при этом критериальное значение имеют такие параметры токсикогенеза, как иммунотропная активность, включая аллергенные свойства, и опасность дисбиотического эффекта на аутомикробиоценоз [5, 9].

Установлены гигиенические нормативы ПМ в атмосферном воздухе населенных мест и рабочей зоны. Рассматривается вопрос о необходимости регламентации промышленных штаммов в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового использования. Однако этих данных недостаточно, о чем свидетельствует предлагаемая гигиеническая классификация ПМ, нуждается также в дополнении рекомендуемый комплекс показателей, выявляющих дисбиотическую активность.

Целью исследований являлась профилактика возможных неблагоприятных эффектов на здоровье работающих, население и окружающую среду при получении и применении новых биотехнологий; поиск наиболее информативных патогенетических критериев гигиенической оценки ПМ.

Материалы и методы. Изучены новые микробиологические штаммы: вида *Bacillus subtilis* (М 1, 922, 11В, 11ВМ, 11 РН, 49 РН, 1 К); *Bacillus species* ИБ 739; *Azotobacter vinelandii* ИБ 4; рода *Pseudomonas* (*aureafaciens* ИБ 51, *aeruginosa* ХР 25, *putida* 131).

Эксперименты выполнялись в соответствии с положениями методических указаний [3, 5]. В исследованиях были задействованы лабораторные животные, содержание которых определялось санитарными требованиями. Вирулентность, токсичность и токсигенность штаммов оценивались на белых мышах и крысах при внутрибрюшинном, пероральном и интраназальном путях поступления в организм, согласно специфике определяемых параметров. Общетоксическое, дисбиотическое действие и опасность диссеминации микроорганизмов в кровь и внутренние органы

исследовались по окончании месячного эксперимента на нелинейных белых крысах при ежедневном пероральном введении подопытным животным односуточных культур микроорганизмов в дозах 10^7–10^9 КОЕ/мл (колониеобразующие единицы/мл). Контрольная группа получала физраствор.

Общая токсичность характеризовалась с учетом рекомендуемых методов и опыта собственных исследований. Дисбиотическое действие определялось путем посевов разведений фекалий животных на дифференциально-диагностические питательные среды. Иммунотоксическое влияние выявлялось тестом ГЗТ (гиперчувствительность замедленного типа) на мышах, а также на морских свинках при проведении кожных проб, постановке реакции специфической агломерации лейкоцитов (РСАЛ), определении относительного содержания розеткообразующих клеток (РОК), реакции дегрануляции тучных клеток (РДТК).

Результаты исследований обрабатывались методами биологической статистики (критерий *t*-Стьюдента, непараметрический метод Фишера).

Результаты и их обсуждение. Установлено, что изучаемые ПМ оцениваются по критериальным показателям как непатогенные: не обладающие вирулентностью, токсичностью и токсигенностью.

Общетоксическое влияние (функциональная кумуляция) при повторном введении в организм культур штаммов в течение 1 месяца выражается развитием сдвигов некоторых функциональных характеристик (таблица). Не изменяется спонтанная двигательная активность у подопытных животных по сравнению с контрольными по поведенческим реакциям. Картина периферической крови также не приобретает сдвигов, за исключением снижения уровня гемоглобина под влиянием *Bacillus species* ИБ 739 и относительной эозинофилии при введении *Azotobacter*

Показатели токсикодинамики микробиологических штаммов

Микробиологический штамм	Общетоксическое действие (функциональная кумуляция)	Дисбиотическое действие	Иммунотропная активность
Bacillus subtilis М 1			Н/о
922	ЩФ ↑		Н/о
11В	ЩФ ↑		Н/о
11РН	ЩФ ↑		Н/о
11РН	ЩФ ↑		А
49РН	ЩФ ↑		Н/о
1К	Белок ↓ креатинин ↑	Бифидо- и лактобактерии ↑	А
Bacillus species ИБ 739	Hb ↓, белок ↓, хлориды↓, АЛТ ↑, триглицериды ↑	Дисбиоз кожи	А
Azotobacter vinelandii ИБ 4	Эозинофилы ↑, белок в моче ↑, ЩФ ↑, мочевая кислота ↑		А
Pseudomonas aureafaciens ИБ 51			Н/о
Aeruginosa ХР 25	ЛДГ ↑		Иммуно-модулянт
Putida 131	ЛДГ ↑, белок ↓		Иммуно-модулянт

Примечание: н/о – не обнаружена, А – аллерген, ↑ – увеличение показателя, ↓ – уменьшение показателя.

vinelandii. Анализ мочи показал снижение экскреции белка и хлоридов при исследовании *Bacillus species* ИБ 739 и, напротив, увеличение выведения белка под влиянием *Azotobacter vinelandii*. Более постоянными выглядят сдвиги некоторых показателей биохимического статуса сыворотки крови. Штаммы *Bacillus subtilis* обнаруживают практически неизмененное повышение активности щелочной фосфатазы (ЩФ). *Pseudomonas* вызывают интенсификацию окислительных процессов – возрастание активности лактатдегидрогеназы (ЛДГ). Наиболее выражены изменения при введении животным *Bacillus species* ИБ 739 – повышается активность аланинтрансаминазы (АЛТ), увеличивается содержание триглицеридов, возрастают коэффициенты относительной массы печени [1, 2, 4, 7].

ПМ не проявляют способности к диссеминации и дисбиотическое влияние. Необходимо отметить лишь увеличение присутствия бифидо- и лактобактерий среди кишечной аутохтонной микрофлоры при получении животным *Bacillus subtilis* 1 К.

При проведении дополнительного анализа поверхностной и глубинной микрофлоры морских свинок, на кожу которых повторно наносилась культура штамма *Bacillus species* ИБ 739, выявлялось кратковременное повышение количества гемолизирующих форм в начале экспозиций; этот сдвиг затем нивелируется [2].

Штаммы вида *Bacillus subtilis* довольно часто не обнаруживают иммунотропной активности: в случае исследованных нами микроорганизмов такая активность выявлена только у штамма 1К, при этом изменилось соотношение лимфоцитов разных классов по тесту РОК, повышалось содержание реагинов в РДТК. Другие ПМ проявляют иммуномодулирующие и аллергенные свойства (табл. 1).

Выводы. Выполнена токсикологическая оценка новых ПМ. Установлено, что они не обладают патогенностью. Содержание и объем экспертных исследований отражают приоритетность изучения дисбиотического и иммунотропного компонентов биологической активности ПМ. Однако итоги выполненных исследований свидетельствуют о гигиенической значимости таких критериев их токсикогенеза, как общетоксическое влияние, возможное дисбиотическое действие на собственную микрофлору кожи, что особенно актуально при производственных контактах с ПМ, в связи с чем представляется необходимым включение данных показателей в программу исследований в качестве гигиенических критериев.

Проведенная оценка позволила разрешить использование предлагаемых предприятиями микроорганизмов в качестве промышленных. Получили государственную регистрацию биопрепараты и реагенты на основе изученных штаммов (*Bacillus subtilis* М 1, *Bacillus subtilis* 1К, *Bacillus subtilis* ИБ 739, *Azotobacter vinelandii* ИБ 4, *Pseudomonas aureafaciens* ИБ 51).

Список литературы

1. Влияние бактерий *Azotobacter vinelandii* ИБ-1 и препарата «Азопол» на его основе на организм / Я.О. Логинов, А.И. Мелентьев, О.Н. Логинов [и др.] // Токсикологический вестник. – 2008. – № 3. – С. 41–43.

2. Дубинина О.Н., Хуснаризанова Р.Ф., Хуснутдинова Н.Ю. Исследование патогенности и особенностей токсикодинамики бактериального штамма Bacillus sp. ИБ-739 // Современные проблемы гигиенической науки и медицины труда: сборник

научных трудов Всеросс. научно-практ. конф. с междунар. участием. – Уфа, 2010. – С. 101–106.

3. Методические указания по экспериментальному обоснованию ПДК микроорганизмов продуцентов и содержащих их готовых форм препаратов в объектах производственной и окружающей среды: МУ № 5789/1-91. – М., 1991.

4. Микроорганизм PSEUDOMONAS AUREOFACIENS ИБ 51 и биопрепарат «Елена» / Л.Р. Сулейманова, Е.А. Асабина, О.Н. Дубинина [и др.] // Токсикологический вестник. – 2008. – № 3. – С. 39–41.

5. Пивоваров Ю.П., Мялина Л.И., Королик В.В. Критерии оценки патогенных свойств штаммов-продуцентов, предлагаемых для использования в промышленности микробиологического синтеза: методические рекомендации. – М., 1992.

6. Проблемы и перспективы гигиенического нормирования биотехнологических штаммов микроорганизмов / Ю.П. Пивоваров, Н.И. Шеина, Н.Г. Иванов [и др.] // Гигиена и санитария. – 2010. – № 5. – С. 9–12.

7. Токсиколого-гигиеническая характеристика штамма *Azotobacter vinelandii* ИБ-4 и биопрепарата «Азолен» / С.Г. Ткачева, О.Н. Дубинина, Р.Ф. Хуснаризанова, Н.Ю. Черняева // Сборник работ 69-й итоговой научной сессии КГМУ и отделения медико-биологических наук Центрально-Черноземного научного центра РАН: в 2 ч. – Курск, 2004. – Ч. 1. – С. 139–140.

8. Шеина Н.И., Иванов Н.Г. Исследование биотехнологических штаммов микроорганизмов для их гигиенического нормирования // Гигиена и санитария. – 2010. – № 2. – С. 89–92.

9. Шеина Н.И., Иванов Н.Г. Научное обоснование гигиенической классификации опасности микроорганизмов, используемых в биотехнологиях // Медицина труда и промышленная экология. – 2010. – № 5. – С. 1–5.

Раздел I. Социально-гигиенический мониторинг: опыт регионов

С.В. Сергеева, О.И. Кожанова, А.В. Хан, Н.К. Фомичева 7
Микронутриентная недостаточность и механизмы урегулирования на территории Саратовской области

Проблема витаминной и микронутриентной недостаточности является актуальной для всех регионов Российской Федерации. В статье оцениваются современные особенности распространенности дефицита микронутриентов на территории Саратовской области и на основе комплексного подхода предлагается разработка управляемой системы выявления, коррекции и профилактики нарушений детского здоровья, связанных с риском развития микронутриентного дефицита.

Ключевые слова: население, питание, микронутриенты, дефицит, заболеваемость взрослого населения, заболеваемость детского населения, профилактика, механизмы управления

Д.К. Князев 10
Результаты проведения мониторинга атмосферного воздуха на территории Волгоградской области

В работе проведен анализ валовых выбросов загрязняющих веществ от крупнейших промышленных предприятий в атмосферу Волгоградской области, составлен список приоритетных загрязнителей воздушного бассейна промышленных районов Волгограда, представлены некоторые результаты выявленных связей и прогноза заболеваемости населения в зависимости от качества атмосферного воздуха.

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг, список приоритетных загрязнителей, прогноз заболеваемости населения.

Е.А. Алексеева 13
Влияние образа жизни на качество жизни подростков, обучающихся в учреждениях начального и среднего профессионального образования г. Пскова

Проведено анкетирование 176 подростков в возрасте 14–18 лет, обучающихся в учреждениях начального и среднего профессионального образования г. Пскова. Выявлено, 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. Сделан вывод, что употребление алкоголя и психоактивных веществ способствует ограничению повседневной деятельности в связи с физическим и эмоциональным состоянием учащихся. Определены факторы, оказывающие наибольшее влияние на качество жизни и самочувствие: психологический климат в семье, характер питания и образ жизни.

Ключевые слова: подростки, образ жизни, качество жизни, организация питания, курение, употребление алкоголя, продолжительность сна, состояние здоровья.

Л.Ш. Петрова, С.Ю. Аверин, Н.В. Чистякова 15
Гигиеническая характеристика качества атмосферного воздуха города Череповца и оценка его влияния на здоровье населения

Рассмотрена проблема влияния качества атмосферного воздуха на состояние здоровья населения. Особое внимание уделено взаимосвязи основных загрязняющих веществ атмосферы и заболеваний населения.

Ключевые слова: качество атмосферного воздуха, поллютанты, заболеваемость.

Е.В. Ковалёва, А.А. Орлов **18**
Ранжирование родников Саратовской области по санитарно-гигиеническому качеству воды

Представлены результаты гигиенической оценки родников, ранжирование их с учетом санитарно-химических показателей качества воды. Отмечено высокое качество родниковой воды.

Ключевые слова: родники, результаты гигиенической оценки родников.

Е.А. Рязанова **20**
Оценка риска, связанного с воздействием негативных поведенческих практик на здоровье женского населения г. Нижний Тагил

Представлены результаты оценки риска, связанного с воздействием факторов образа жизни на здоровье женского населения г. Нижний Тагил. Установлено, что наиболее опасным фактором поведенческой природы в развитии заболеваний ишемической болезни сердца и рака легкого является табакокурение. Выраженность таких важных факторов образа жизни, как неправильное питание и злоупотребление алкоголем в детерминации неинфекционной заболеваемости для данной выборки является не критичной (умеренной).

Ключевые слова: оценка риска, факторы образа жизни, табакокурение

И.П. Салдан, А.С. Катунина, А.А. Ушаков **25**
Социально-гигиенический мониторинг инвалидности детей в Алтайском крае

В результате анализа установлены ведущие причины инвалидности детей. Определены региональные закономерности формирования показателей инвалидности детей. Корреляционным анализом установлена прямая сильная связь с обеспеченностью медицинскими кадрами, с показателями заболеваемости всего населения края психическими расстройствами и отрицательная связь с показателями денежных доходов, в среднем на душу населения, с уровнем благоустройства жилья.

Ключевые слова: инвалидность, причины инвалидности детей, ведущие причины.

А.В. Бачина, К.Г. Громов, Л.А. Глебова **29**
Мониторинг за индикативным показателем внешнесредового влияния на здоровье населения Кемеровской области

Результаты анализа свидетельствуют о взаимосвязи между факторами среды обитания и частотой выявления врожденных пороков развития у детей на территории Кемеровской области. Следовательно, врожденные пороки развития у детей являются одним из индикативных показателей внешнесредового влияния на здоровье населения Кемеровской области.

Ключевые слова: врожденные пороки и аномалии развития у детей, факторы, индикативный показатель.

Л.О. Кильдюшова, Е.Г. Степанов, Л.Б. Овсянникова **33**
О проблемах сбора и утилизации отходов производства и потребления в Республике Башкортостан

С каждым годом количество отходов производства и потребления возрастает. Так, в 2012 г. на территории республики образовано более 40 млн тонн отходов производства и потребления.

В результате деятельности ЛПО в 2012 г. в республике образовалось свыше 45 тыс. тонн медицинских отходов.

В решение проблемы утилизации твердых бытовых отходов вносит весомый вклад реализация ряда программ районного, городского и республиканского значения, например, разработанная республиканская целевая программа «Совершенствование системы управления твердыми бытовыми отходами в Республике Башкортостан на 2011–2020 гг.», «Экология и природные ресурсы Республики Башкортостан на 2004–2010 гг. и период до 2015 г.» и т.д.

В 2012 г. Управлением Роспотребнадзора по Республике Башкортостан и его территориальными отделами по вопросам организации планово-регулярной очистки населенных мест и обращению с отходами производства и потребления проведены плановые и внеплановые мероприятия по надзору на 6155 объектах (в 2011 г. – 8278), совместно с иными органами осуществлены 18 плановых и внеплановых проверок.

Необходима разработка нормативно-правовых актов, регламентирующих требования по санитарному содержанию территорий населенных мест (СанПиН 42-128-4690-88 «Санитарные правила содержания территорий населенных мест» – не соответствует современным требованиям), требования к устройству и содержанию свалок на территории сельских населенных мест; реализация принятых программ в области обращения с ТБО; внедрение и реализация методов по сбору и сортировке отходов с целью дальнейшего вовлечения образуемых отходов во вторичную переработку; ликвидация несанкционированных свалок и строительство полигонов ТБО в сельских поселениях; создание сети предприятий, осуществляющих централизованное обезвреживание и термическую утилизацию медицинских отходов.

Ключевые слова: отходы производства и потребления, ТБО, медицинские отходы.

Е.А. Белоусова, Л.И. Князева, Г.М. Осипова, А.В. Горячев **36**
Фактическое питание и обеспеченность микронутриентами населения Кировской области

Изучено фактическое питание населения Кировской области с позиции обеспеченности микронутриентами и принципов здорового питания. Установлено, что население в целом получает адекватный по калорийности рацион, но с недостаточным потреблением фруктов и овощей, зерновых и обезжиренных молочных продуктов, рыбы, что приводит к дефициту пищевых волокон, омега-3-ПНЖК, кальция, магния; витаминов B_1, B_2, PP.

Ключевые слова: микронутриенты, витамины, питание, продукты питания, потребление продуктов.

Е.А. Кондрашова, Е.А. Пивоварова **40**
Социально-гигиенический мониторинг показателей химической безопасности пищевых продуктов и питьевой воды в Республике Хакасия

Приводятся результаты исследований питьевой воды и продуктов питания на территории Республики Хакасия по санитарно-химическим показателям

Ключевые слова: питьевая вода, пищевые продукты, санитарно-химические показатели.

И.М. Бек, В.С. Веселова, Л.Ю. Компанец, О.И. Морозова, Д.В. Яковлев, А.Г. Никулушкин, Е.Ю. Петухова, А.С. Белкин **43**
Гигиеническая характеристика состояния поверхностных вод озера Сестрорецкий Разлив в зонах рекреационного водопользования за период с 2005 по 2012 г.

Представлены наблюдения за состоянием поверхностных вод озера Сестрорецкий Разлив в зонах рекреационного водопользования за восьмилетний период на основании данных социально-гигиенического мониторинга. Приведенные материалы позволяют сделать вывод, что при сохранении существующих тенденций роста биогенной нагрузки, загрязнений и прогрессирующего обмеления озера может быть утрачена способность водоема к самоочищению.

Ключевые слова: мониторинг, озеро Сестрорецкий Разлив, рост биогенной нагрузки.

Л.А. Глебова, А.В. Бачина, Е.В. Коськина **51**
Актуальные эколого-гигиенические проблемы в Кемеровской области

Актуальными гигиеническими проблемами Кузбасса являются: интенсивное химическое загрязнение объектов окружающей среды (атмосферного воздуха, водоисточников, почвы) и вредные условия труда для значительной части трудоспособного населения.

Факторы окружающей среды оказывают сложное разнонаправленное действие на организм человека. С одной стороны, они могут явиться причиной заболевания, с другой – играют значительную роль в формировании и развитии заболеваний.

Продолжительность жизни населения Кемеровской области меньше, чем в целом по Российской Федерации, на 3–4 года. На протяжении ряда лет уровень первичной заболеваемости населения Кемеровской области на 5–10 % превышает российские показатели.

Ключевые слова: региональный информационный фонд, интегральная оценка, социально-гигиенический мониторинг, заболеваемость населения, оценка риска, индекс загрязнения атмосферы.

Н.И. Макаров, О.С. Коростелева **55**
Обеспечение химической и биологической безопасности продуктов питания в Челябинской области

Проведен анализ загрязнения продовольственного сырья и пищевых продуктов контаминантами химической и биологической природы по Челябинской области за 5 лет. Представлены основные мероприятия, направленные на обеспечение качества и безопасности пищевой продукции, поступающей населению области.

Ключевые слова: загрязнение пищевых продуктов, химическая и биологическая безопасность, концепция реализации основ в области здорового питания.

Л.Ш. Петрова, В.В. Анисимова, О.Н. Моторина **58**
Микронутриентная недостаточность и пути ее профилактики среди населения города Череповца

Проблема микронутриентной недостаточности в настоящее время актуальна в Российской Федерации и за рубежом. Работа по профилактике заболеваний, обусловленных дефицитом микронутриентов, является одним из направлений деятельности органов Роспотребнадзора. Обосновывается значимость мониторинга заболеваемости детского населения для поиска путей решения проблем. Обобщение и анализ материалов по статистике здоровья детей способствует целенаправленному поиску мер и разработке региональных программ предотвращения заболеваний и поддержания здорового образа жизни.

Ключевые слова: микронутриенты, мониторинг, заболеваемость, детское население, здоровье.

Р.Р. Акмалова, Е.Г. Степанов, Р.А. Сулейманов **61**
Гигиеническая оценка водоснабжения населения Республики Башкортостан

Приведена гигиеническая оценка водоснабжения населения на территории Республики Башкортостан. Определены актуальные вопросы водоснабжения населения, проведено ранжирование территорий республики по качеству питьевой воды.

Ключевые слова: качество питьевой воды, жесткость, территория риска.

Г.Т. Айдинов, Л.И. Прядко, Ю.А. Синельникова **63**
Социально-гигиенический мониторинг: онкологическая заболеваемость населения Ростовской области

Данные государственной системы социально-гигиенического мониторинга свидетельствуют о влиянии негативных факторов среды обитания на здоровье населения. Многолетняя динамика заболеваемости отмечает тенденцию к росту экологически зависимых и экологически обусловленных заболеваний: злокачественных новообразований, хронической патологии органов дыхания, болезней системы кровообращения, эндокринной системы и нарушений обмена, патологии беременности и другие.

Ключевые слова: качество атмосферного воздуха, приоритетные загрязняющие вещества, факторы окружающей среды, загрязнение атмосферного воздуха, здоровье населения, социально-гигиенический мониторинг.

С.П. Алексеенко, А.Н. Гуливец, А.С. Гудилка **67**
Проблемы адаптации имеющейся нормативно-методической базы испытательных лабораторий к требованиям технических регламентов в рамках развития Таможенного союза

Проанализировано содержание технических регламентов Таможенного союза на пищевую продукцию. Особое внимание уделено методам оценки соответствия путём проведения лабораторных испытаний в рамках данных регламентов, аспектам их внедрения в этой связи. Выявлены стороны документов, требующие доработки. Даны предложения по их улучшению.

Ключевые слова: технические регламенты Таможенного союза, методы испытаний и отбора проб, гармонизация законодательства.

Раздел II. Практика оценки риска для здоровья населения при воздействии факторов внешней среды и образа жизни

Е.Н. Плешевенкова, М.В. Кузьмина **73**
Оценка риска здоровью населения Иркутского района, связанная с загрязнением питьевой воды нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения

Проведен гигиенический анализ качества питьевой воды нецентрализованного водоснабжения Иркутского района и оценка риска для здоровья населения от влияния качества питьевой воды. Установлены приоритетные загрязнители воды, уровни риска при хроническом пероральном употреблении воды нецентрализованных источников для взрослого и детского населения.

Ключевые слова: оценка риска, нецентрализованное водоснабжение, здоровье населения, управленческие решения.

Н.А. Харитоненко **76**
Оценка риска для здоровья населения г. Новосибирска при употреблении питьевой воды

В статье представлены результаты оценки риска, возникающего при употреблении питьевой воды населением г. Новосибирска. Качество воды оценивалось по санитарно-химическим и микробиологическим показателям на основе принятых нормативно-методических документов. Оценка риска проводилась как для воды, поступающей на НФС г. Новосибирска, так и для воды, поступающей в распределительную сеть.

Ключевые слова: оценка риска, микробиологический риск, хлорорганические вещества, интегральная оценка.

А.А. Шараева, К.В. Романенко, В.А. Фокин **79**
Оценка неканцерогенного риска для здоровья населения Алтайского края в связи с последствиями воздействия выбросов от хвостохранилищ Золотушинской обогатительной фабрики

Приведены результаты оценки неканцерогенного риска для здоровья населения Локтевского, Третьяковского и Змеиногорского районов Алтайского края, сложившегося в связи с последствиями воздействия выбросов от хвостохранилищ Золотушинской обогатительной фабрики; рассчитаны коэффициенты и индексы опасности для условий острого и хронического воздействия исследуемых веществ.

Ключевые слова: оценка риска, неканцерогенный риск, коэффициент опасности, индекс опасности.

К.В. Романенко, Н.Г. Атискова, А.А. Шараева **82**
Региональный список приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха, формирующих риск для здоровья населения на территории Пермского края

Информационное письмо Минздрава РФ «О списке приоритетных веществ, содержащихся в окружающей среде, и их влиянии на здоровье населения» № 11/109-111 от 07.08.97 г. содержит список приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха Российской Федерации. В связи с различной производственной деятельностью разных регионов страны этот список может меняться, включая в себя новые химические вещества. На этом основании решено составить список приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха, формирующих риск для здоровья населения Пермского края.

Ключевые слова: список приоритетных загрязнителей, атмосферный воздух, Пермский край.

Л.Ш. Петрова, О.Н. Моторина, Л.И. Иванникова **85**
Многосредовой риск для здоровья населения от воздействия химических веществ окружающей среды на примере г. Череповца Вологодской области

Оценка факторов риска для здоровья населения – научное направление, разрабатывающее технологии прогнозирования взаимосвязей в системе «организм человека – окружающая среда». Расчетные параметры, характеризующие выраженность воздействия на биологические системы факторов окружающей среды, в том числе на организм человека, позволяют оценить вероятность возможных неблагоприятных эффектов, разработать программы для снижения уровня риска до приемлемых величин.

Ключевые слова: здоровье человека, факторы риска, методология, оценка риска химического загрязнения окружающей среды

А.Г. Уральшин, Н.Н. Валеуллина, Н.А. Брылина, Е.В. Никифорова, А.Л. Бекетов, В.П. Макаревич **87**
Оценка канцерогенного риска для здоровья населения города Карабаша при многосредовом воздействии химических факторов окружающей среды в 2012 г.

Выполнена многосредовая оценка канцерогенного риска для здоровья населения г. Карабаша от воздействия химических веществ, содержащихся в питьевой воде, продуктах питания, почве, атмосферном воздухе (от стационарных источников выбросов). Даны наиболее общие выводы и рекомендации по мониторированию сложившейся ситуации.

Ключевые слова: риск, оценка риска, канцерогенный риск, рекомендации по снижению риска.

А.С. Крига, Е.Л. Овчинникова, Н.В. Резанова, А.С. Федоров **91**
Оценка риска здоровью населения Омской области от химического загрязнения продуктов питания

Приводятся результаты работы за трехлетний период по оценке потенциального риска здоровью населения Омской области от химического загрязнения продуктов питания и продовольственного сырья, как производимого на территории данной области, так и ввозимого из ряда пограничных стран.

Всего было проанализировано более 8 тысяч проб продуктов, поступивших от 17 стран-экспортеров в 2010–2012 гг. Установлено, что для населения Омской области существует потенциальный риск здоровью от химического загрязнения продуктов питания, как производимых на территории Омской области, так и импортных. Риск здоровью, в основном, формируется мышьяком и нитратами, поступающими с плодоовощной продукцией.

Ключевые слова: риск здоровью, продукты питания, мышьяк.

Т.Н. Унгуряну **94**
Эпидемиологический анализ и оценка риска развития болезней органов дыхания у населения в зоне влияния крупного целлюлозно-бумажного комбината

Эпидемиологический анализ заболеваемости населения города Новодвинска выявил, что в микрорайоне с более высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха специфическими веществами целлюлозно-бумажной промышленности заболеваемость взрослого населения острыми респираторными вирусными инфекциями (223,2 ‰) и хроническим бронхитом (25,9 ‰), детского населения – острым бронхитом (158,0 ‰) и бронхиальной астмой (28,8 ‰) в 1,2–1,6 раза выше по сравнению с микрорайонами города, удаленными от целлюлозно-бумажного комбината (χ^2 = 4,3–70,6; p = 0,038–p<0,001). Установлен высокий риск развития общетоксических эффектов со стороны органов дыхания у детского (*HI* = 5,7–13,6) и взрослого населения (*HI* = 4,5–6,1), который формируется, в основном, за счет химических веществ, содержащихся в выбросах целлюлозно-бумажного комбината.

Ключевые слова: болезни органов дыхания, оценка риска, целлюлозно-бумажная промышленность

С.И. Шумаков, М.Л. Ковальчук **98**
Оценка риска возникновения заболеваний под влиянием активного курения

Проведено анкетирование населения г. Курска с целью изучения уровня социальных факторов риска. Определены воздействующие дозы (количество поступающего никотина) при активном курении. Рассчитаны уровни риска возникновения рака легкого, рака полости рта, рака мочевого пузыря, рака поджелудочной железы, рака желудка, рака пищевода, ишемической болезни сердца, аневризмы аорты, хронического бронхита и эмфиземы, болезней сосудов мозга на период до 80 лет. Определен средний возраст возникновения неприемлемого риска развития заболеваний среди респондентов.

Ключевые слова: активное курение, риск здоровью.

Т.Н. Тимасова **100**
Гигиеническая оценка атмосферного воздуха и аэрогенный риск здоровью населения промышленного города

Одним из основных путей реализации системы экологической безопасности является оценка аэрогенного риска. Атмосферный воздух и присутствующие в нем загрязнители оцениваются как первостепенный фактор окружающей среды, формирующий высокий уровень риска здоровью. Основными источниками загрязнения атмосферы крупного промышленного города являются автотранспорт, топливо-энергетические предприятия. За период наблюдения (2011–2012 гг.) отмечалось загрязнение атмосферного воздуха в концентрациях выше гигиенических нормативов по загрязняющим веществам: оксидам азота, углерода, аммиаку, формальдегиду, фенолу, бензину, ксилолу, взвешенным веществам, сероводороду.

Ключевые слова: здоровье населения крупного промышленного города, качество атмосферного воздуха, загрязняющие вещества, оценка аэрогенного риска.

Е.А. Кондрашова **103**
Питание как фактор риска развития соматических неинфекционных заболеваний

Роль питания в обеспечении здоровой жизнедеятельности организма является определяющей при любом уровне развития и организации общества. С изменением жизнедеятельности человека изменяется и его фактическое питание, количество принимаемой пищи. Изучение статуса питания имеет многоцелевую направленность и большую социально-гигиеническую значимость, так как в конечном итоге патология алиментарного происхождения способствует снижению работоспособности и продолжительности жизни человека.

Ключевые слова: фактический режим питания, оценка пищевого статуса, алиментарная заболеваемость.

А.С. Фёдоров **106**
Мышьяк как фактор риска для здоровья населения Омской области

Представлены результаты работы по оценке риска для здоровья населения Омской области от химического загрязнения воды, почвы и пищевых продуктов в 2012 г. Рассчитаны риски развития канцерогенных и неканцерогенных эффектов, выделен мышьяк как приоритетный загрязнитель воды, почвы и пищевых продуктов. Затронута проблема гармонизации гигиенических нормативов.

Ключевые слова: мышьяк, вода, почва, пищевые продукты, здоровье населения, оценка риска, канцерогенный риск, неканцерогенный риск, гармонизация гигиенических нормативов

В.Н. Федоров, Е.В. Зибарев, В.П. Чащин **110**
Оценка риска нарушений здоровья, связанных с воздействием стойких токсичных веществ на организм человека в Арктической зоне Российской Федерации

Приводятся результаты анализа продуктов традиционного питания коренного населения Арктической зоны Российской Федерации на предмет содержания конгенеров ПХБ, на примере Чукотского автономного округа (ЧАО) и Ненецкого автономного округа (НАО), а также прогноза возможного риска для здоровья данных групп населения с учетом сведений о количестве потребляемых продуктов питания. В качестве данных о содержании в пробах продуктов питания ПХБ взяты результаты анализов этих продуктов за период с 2001 по 2010 г., собранные в ходе нескольких экспедиций. Потенциальные риски для здоровья населения рассчитаны с учетом сведений о потреблении населением ЧАО и НАО этих продуктов, полученных опросными методами в период с 2001 по 2009 г.

Ключевые слова: Арктическая зона, продукты питания, здоровье населения, канцерогенный риск, неканцерогенный риск.

Раздел III. Современные аспекты производственно и профессионально обусловленных нарушений здоровья

И.И. Хисамиев, В.О. Красовский, Л.Б. Овсянникова, Е.Г. Степанов **115**
Профессиональный риск, обусловленный воздействием шума на водителей общественного транспорта

Шум – один из ведущих факторов производственной среды, неблагоприятно воздействующих на человека. Проблема изучения шумового воздействия, разработка и внедрение профилактических мероприятий по обеспечению комфортных условий труда водителей общественного транспорта является весьма актуальной.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, шум, уровень шума, условия труда.

Н.Н. Малютина, Л.А. Тараненко **117**
Клинический анализ риска развития патологии пищеварительной системы у работников химического производства

Представлены материалы клинического анализа риска развития патологии пищеварительной системы у работников химического производства. Выявлено содержания метанола и формальдегида в крови и моче у лиц как непосредственно контактирующих, так и находящихся вне контакта с вредными веществами. Доказаны высокие риски развития патологии печени на основании повышения уровня сывороточной ГГТП и диффузных изменений в печени по УЗИ при работе в контакте с метанолом и формальдегидом. Определена высокая связь выявленной патологии с профессией.

Ключевые слова: химическое производство, метанол, формальдегид, патология печени.

А.А. Воробьева **120**
Особенности диагностики хронического бронхита у работников металлургических предприятий с воздействием химических веществ

Представлены особенности диагностики хронического бронхита у работников металлургических предприятий с воздействием химических веществ. Установлено, что определение эритропоэтина и проведение импульсной осциллографии являются ранними методами диагностики хронического бронхита у работников на начальных стадиях заболевания.

Ключевые слова: хронический бронхит, работники металлургических предприятий, химические вещества, эритропоэтин, импульсная осциллография.

И.В. Данилина **123**
Возможности диагностики и терапии производственно обусловленных аллергических заболеваний

Говорится о роли специфической аллергодиагностики в профилактике аллергопатологии у работников, контактирующих с производственными аллергенами. Специфическая аллергодиагностика, являясь методом ранней диагностики, позволяет формировать критерии групп риска и диспансерного наблюдения, сохранять профессиональную трудоспособность работника.

Ключевые слова: производственные аллергены, специфическая аллергодиагностика.

А.Е. Носов **126**
Профилактика артериальной гипертензии у работников предприятий металлургии

Предлагается дифференцированная схема мероприятий по профилактике артериальной гипертензии у работающих в условиях производственного шума и нагревающего микроклимата. Объем мероприятий зависит от уровня суммарного сердечно-сосудистого риска и включает в себя клинические, лабораторные и инструментальные методы исследования, характеризующие клинико-функциональное состояние сердечно-сосудистой системы.

Ключевые слова: артериальная гипертензия, физические производственные факторы, диспансеризация, профилактика, суммарный сердечно-сосудистый риск.

Л.В. Славнухина, Е.И. Якуничева **130**
Влияние условий труда на здоровье механизаторов, работающих в сельском хозяйстве

Изучены условия труда механизаторов и влияние неблагоприятных факторов на состояние их здоровья. В результате комплексного обследования условий труда механизаторов в различные периоды годового производственного цикла установлены категории профессионального риска по классам условий труда. Определена вероятная роль условий труда механизаторов в формировании риска развития профессиональных заболеваний и инвалидизации. Сделан вывод о том, что благоприятный санитарный прогноз наиболее вероятен при реализации организационно-управленческих, санитарно-гигиенических и технологических мероприятий.

На основе проведенной гигиенической оценки даны практические рекомендации по оздоровлению условий труда и сохранению здоровья механизаторов. Результаты исследования были использованы при разработке рекомендаций для работодателей, лечебных учреждений, направленные на улучшение условий труда и внедрение профилактических мероприятий для снижения заболеваемости работников.

Ключевые слова: механизация, неблагоприятные факторы, гигиеническая оценка, микроклимат, пыль, шум, вибрация, химические соединения, рабочая поза, заболеваемость, степень вредности, профессиональный риск, мониторинг, профилактические мероприятия.

Р.Б. Рахимов, В.Ю. Коваленко, А.В. Спирин, С.С. Райкин **134**
Опыт применения метода дисперсионного картирования миокарда у трактористов-машинистов сельскохозяйственного производства

Приведена информация о применении метода дисперсионного картирования миокарда у трактористов-машинистов, работающих на сельскохозяйственных предприятиях. Использование аппарата «Кардиовизор-06» при обследовании лиц данной профессиональной группы позволяет получить показатели, характеризующие механизмы регулирования работы миокарда. Указанная методология, основанная на процессах реполяризации и деполяризации миокарда, обладает высокой чувствительностью и может способствовать выявлению начальных изменений в уровне адаптации трактористов-машинистов к производственной нагрузке.

Ключевые слова: дисперсионное картирование миокарда, трактористы-машинисты, производственная нагрузка.

Ю.А. Спиридонова, Л.И. Богданова **136**
Актуальные вопросы экспертизы рабочих мест при подозрении на профессиональное заболевание у сотрудников

Проведен краткий анализ сложившейся профессиональной заболеваемости на территории Омской области. Оценена взаимосвязь с удельным весом рабочих мест, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормам, в том числе по тяжести трудового процесса.

Ключевые слова: условия труда, профессиональная заболеваемость, экспертиза рабочего места, профессиональные риски.

А.С. Толкач **139**
Роль гипертонической болезни в формировании сердечно-сосудистой патологии у работников локомотивных бригад

В спектре сердечно-сосудистых заболеваний диагностика и профилактика гипертонической болезни является одной из самых значимых проблем наряду с важными современными аспектами медицины труда в плане производственно обусловленной патологии с неблагоприятным прогнозом прогрессирования заболеваемости и инвалидности трудоспособных лиц.

Работники транспортных отраслей связаны с риском воздействия комплекса неблагоприятных факторов производственной среды: химические вещества и их соединения, биологические и физические факторы, психоэмоциональное перенапряжение.

Ключевые слова: гипертоническая болезнь, сердечно-сосудистая патология, железнодорожная медицина

А.Г. Мигачева **141**
Гигиеническое обоснование мероприятий по оздоровлению условий труда овощеводов защищенного грунта

Дана гигиеническая оценка условий труда и трудового процесса овощеводов защищенного грунта при применении новых технологий выращивания овощей в динамике годового трудового цикла. Проанализировано влияние вредных условий труда на состояние здоровья работающих. Проведено гигиеническое обоснование мероприятий по оздоровлению условий труда овощеводов.

Ключевые слова: овощеводы защищенного грунта, условия труда, профилактические мероприятия.

Н.Н. Малютина, М.С. Невзорова **146**
Взаимосвязь маркеров дисфункции эндотелия и неспецифической иммунной реактивности при остеоартрозе у женщин, занятых физическим трудом

При остеоартрозе (ОА) выявлены признаки дисфункции эндотелия (ДЭ) в виде повышения маркеров повреждения: количества десквамированных эндотелиоцитов (ДЭЦ), концентрации васкулоэндотелиального фактора роста (*VEGF*), снижения маркера ДЭ – общего оксида азота (NO) – универсального вазодилататора, повышение активности неспеци-

фического иммунного воспаления в виде повышения концентрации С-реактивного протеина (*CRP*) у 46,5 % и практически у всех пациенток – раннего доклинического маркера неспецифического иммунного воспаления – макрофагального хемотаксического протеина-1 (MCP-1). Проведена оценка валидности тестов ДЭ и неспецифической иммунной реактивности при ОА и в группе сравнения. Выявлена взаимосвязь «эндотелиального» и «воспалительного» звеньев ОА как составляющей интегральной схемы патогенеза заболевания.

Ключевые слова: дисфункция эндотелия, десквамированные эндотелиоциты, васкулоэндотелиальный фактор роста, оксид азота, макрофагальный хемотаксический протеин-1, остеоартроз.

Г.Т. Айдинов, А.В. Гончаров, Т.А. Тимашова, Д.Г. Кочубей, А.П. Коновалов **150**
Актуальные проблемы гигиены труда в сфере управления профессиональным риском

Представлены оценка существующих мероприятий по управлению профессиональными рисками как не эффективных в профилактическом смысле, а также предложения по созданию иных механизмов по управлению профессиональными рисками.

Ключевые слова: профессиональный риск, страхователь, страховщик, страховые тарифы, региональные программы.

Раздел IV. Актуальные проблемы эпидемиологии

М.М. Швагер, М.В. Говорухина, О.А. Самарина, А.В. Полонский **155**
Об эпидситуации по энтеровирусной инфекции в Ростовской области в 2013 г.

В 2013 г. в Ростовской области при благополучной эпидситуации по ОКИ и инфекциям верхних дыхательных путей множественной и неутонченной этиологии резко осложнилась эпидобстановка по энтеровирусным инфекциям (ЭВИ). Осложнение было связано с локальной вспышкой ЭВИ среди детей МБДОУ «Теремок» в г. Ростове-на-Дону, из которого произошли заносы на другие территории области. На начало сентября текущего года заболевания ЭВИ зарегистрированы уже на 27 территориях области. Для ликвидации повышенной заболеваемости ЭВИ в области, стабилизации эпидпроцесса был проведен комплекс специальных противоэпидемических мероприятий с привлечением в работу научно-исследовательских институтов эпидемиологического профиля, результаты исследования которых показали циркуляцию следующих возбудителей: энтеровирус 71 типа С4, Коксаки А16, Коксаки А4, Коксаки А6, ЕСНО 11, ЕСНО 30.

А.С. Пименова, И.А. Чагина, О.Ю. Борисова **157**
Применение мультилокусного секвенирования для наблюдения за циркулирующими штаммами *C. diphtheriae* и *B. pertussis*

Проведено молекулярно-генетическое типирование 28 токсигенных штаммов *C. diphtheriae* и 71 штамма *B. Pertussis* с помощью мультилокусного секвенирования. Среди изученных штаммов *C. diphtheriae* выявлено 8 сиквенс-типов – ST41, ST5, ST8, ST28, ST25, ST44 и два новых ST-new1, ST-new2. Большинство штаммов *C. diphtheriae* (50,0 %) входили в группу ST8, 5 (17,9 %) – принадлежало к ST28, 4 (14,9 %) – к ST-new1, 2 (7,1 %) – к ST5 и по одному штамму к ST41, ST25 и ST-new2. Среди штаммов *B. pertussis* выявлены 4 сиквенс-типа – ST-1, ST-2, ST-3 иST-5. Большинство штаммов *B. pertussis* (86,0 %) имели сиквенс-тип ST-5, 7,0 % штаммов – ST-3, 1,4 % штамма – ST1 и 4,2 % штамма – ST2, 1,4 % штамма – ST8.

Ключевые слова: *Corynebacterium diphtheriae*, мультилокусное секвенирование, *Bordetella pertussis*, клональные комплексы.

Л.Ш. Петрова, Е.В. Квашнина, А.С. Докичева **161**
Эпидемиологическая оценка заболеваемости туберкулезом в городе Череповце

Представлена динамика основных эпидемиологических показателей по туберкулезу за период 2007–2011 гг., оценено влияние на них социально-экономических и медико-организационных факторов. Доказана роль социально-экономических факторов, организации и результативности реализации противотуберкулезных мероприятий в формировании основных эпидемиологических показателей по туберкулезу.

Ключевые слова: туберкулез, диагностика, профилактика, гигиенические факторы.

Л.В. Ошева, В.Г. Макарова, О.Ю. Устинова **163**
Состояние заболеваемости корью, коклюшем, дифтерией и столбняком в России на современном этапе

Представлен литературный обзор заболеваемости вакциноуправляемыми инфекциями на современном этапе. Проведен анализ заболеваемости в связи с уровнем привитости и территориальным распределением. Установлено, что наиболее высокие показатели заболеваемости выявлены в регионах, имеющих статус территорий с высоким уровнем загрязнения окружающей среды. Показана актуальность изучения влияния техногенных факторов среды обитания на формирование поствакцинального иммунитета.

Ключевые слова: заболеваемость, население, вакцинация, корь, коклюш, дифтерия, столбняк, техногенное загрязнение окружающей среды.

А.А. Басов, О.В. Цвиркун, А.Г. Герасимова, О.Ю. Борисова, Н.В. Россошанская, В.Н. Бабенко **166**
Вспышка коклюша в одном из школьных коллективов Московской области

Изучено распространение коклюшной инфекции в школьном коллективе с высоким охватом АКДС-вакциной. Период наблюдения за контактными в очаге был увеличен до 21 дня и проведено лабораторное обследование контактных. Было установлено, что причиной распространения инфекции явилась несвоевременная диагностика коклюша. Показана целесообразность при регистрации вторичных случаев заболевания коклюшем среди школьников максимально расширять границы очага и увеличения наблюдения за контактными лицами в течение максимального срока инкубационного периода.

Ключевые слова: коклюш, вакцинация, очаг коклюшной инфекции, ПЦР-диагностика.

Раздел V. Современные методы диагностики нарушений здоровья, ассоциированных с факторами среды обитания

Я.В. Орехова, С.Л. Валина, О.А. Маклакова **173**
Нейровегетативные нарушения у детей, проживающих на территории с неудовлетворительным качеством питьевой воды по санитарно-химическим показателям (марганец)

Представлены клинические и функциональные особенности нейровегетативных нарушений у детей, проживающих на территории с неудовлетворительным качеством питьевой воды по санитарно-химическим показателям (марганец). Заболевания нервной системы у них протекают в виде неврозоподобного и астеновегетативного синдромов, задержки речевого и нервно-психического развития. Вегетативные нарушения у детей характеризуются нарушениями автоматизма синусового узла, ваготоническим исходным вегетативным тонусом, асимпатико-тонической реактивностью.

Ключевые слова: марганец, нейровегетативные нарушения, кардиоинтервалография, неврозоподобный синдром, астеновегетативный синдром, исходный вегетативный тонус, вегетативная реактивность

А.А. Щербаков, К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова **177**
Патология слухового анализатора у детей, проживающих в зоне влияния аэропорта

Проведёно исследование связи загрязнения среды обитания комплексом шумового и химических факторов с распространенностью у детей нарушений слуховой функции. Выявлено снижение уровня слухового восприятия у детей, проживающих в условиях влияния факторов производственного процесса аэропорта. Установлены клинико-функциональные особенности манифестации нарушений слуховых функций, доказана их связь с повышенным содержанием в крови марганца, бензола и толуола.

Ключевые слова: химические и шумовой факторы загрязнения среды обитания, производственная деятельность аэропорта, состояние слухового анализатора, нарушения слуховых функций.

О.В. Долгих, А.В. Кривцов, Т.С. Лыхина, К.Г. Горшкова, Е.Д. Маерова, Р.А. Предеина, Я.Н. Чудинова, О.А. Бубнова **182**
Сравнительная характеристика генотипов детей и взрослых, проживающих на территории интенсивного промышленного освоения

Проведена сравнительная оценка результатов иммунодиагностики и анализа полиморфизма генов детей, экспонированных техногенными загрязнителями, с генотипами их родителей. Выявлены особенности генетического полиморфизма генов детоксикации CYP1A1, CPOX, SULT1A1, а также аллельность иммунокомпетентных генов и генов, характеризующих состояние эндотелия сосудов (VEGF и eNOS) – у детей и их родителей. Представленные данные свидетельствуют о негативных генетических ассоциациях между родителями и детьми.

Ключевые слова: факторы аэрогенной внешнесредовой нагрузки, полиморфизм генов, генетические ассоциации, гены детоксикации.

К.Г. Горшкова, О.В. Долгих **185**
Показатели иммуноэндокринной регуляции у детей в условиях внешнесредового воздействия ароматических углеводородов

Исследованы особенности иммунной и эндокринной регуляции у детей, постоянно проживающих в зоне техногенного воздействия ароматических углеводородов. Установлено, что на фоне повышенного уровня содержания бензола, стирола, толуола в крови наблюдаются: угнетение фагоцитоза, снижение продукции IgM, уменьшение популяций $CD3^+$, $CD25^+$ и $CD16^+56^+$ клеток, увеличение концентрации кортизола и пониженный уровень гормонов гипофизарно-тиреоидной оси.

Ключевые слова: ароматические углеводороды, иммунитет, эндокринная регуляция.

Е.Д. Маерова, О.В. Долгих, А.В. Кривцов, Т.С. Лыхина, К.Г. Горшкова, Р.А. Предеина, Я.Н. Чудинова, О.А. Бубнова **188**
Сравнительная оценка уровня специфической сенсибилизации к химическим соединениям у детей и взрослых, проживающих в условиях крупного промышленного города

Изучено формирование состояния сенсибилизации детского и взрослого населения к неблагоприятным факторам среды обитания в условиях крупного промышленного города. Проведено иммунологическое диагностическое обследование 231 ребёнка и 153 взрослых. По результатам исследования были выявлены различия между детским и взрослым населением по уровню сенсибилизации к загрязняющим агентам. Приоритетным фактором нагрузки, способным модифицировать иммунный ответ, для данной территории является фенол.

Ключевые слова: фенол, ванадий, марганец, формальдегид, специфические антитела, сенсибилизация.

О.В. Долгих, А.В. Кривцов, К.Г. Горшкова, Р.А. Предеина, Д.Г. Дианова, Е.Д. Маерова, Т.С. Лыхина, О.А. Бубнова, Я.Н. Чудинова **191**
Генетические ассоциации в условиях внешнесредовой нагрузки стронцием у детей

Изучены особенности распределения частот генов эндотелиального фактора роста (VEGF) и цитохрома P-450 CYP1A1, копропорфириногеноксидазы (CPOX), транскрипционного фактора p53 у детей в условиях внешнесредовой нагрузки стронцием. Выявлены негативные аллельные особенности генетического полиморфизма генов эндотелиального фактора роста (VEGF) и металлопротеиназы (MMP9), а также их ассоциация с контаминацией биосред стронцием и иммунологическим ответом.

Ключевые слова: ген эндотелиального фактора роста, ген металлопротеиназы, полиморфизм генов, стронций.

К.Г. Горшкова, О.В. Долгих **196**
Изменение иммунологических и нейроэндокринных показателей у детей в условиях комбинированной внешнесредовой аэрогенной нагрузки

Выполнено исследование показателей нейроэндокринной и иммунной регуляции у детей, проживающих в условиях экологического неблагополучия. Показано, что на фоне повышенного уровня содержания фенола и его производных крезолов в крови наблюдаются: угнетение фагоцитоза, снижение продукции IgM и IgA, повышение специфических антител к фенолу, снижение экспрессии Т-клеточных рецепторов ($CD3^+$, $CD25^+$, $CD95^+$), пониженный уровень гормонов гипофизарно-тиреоидной оси и увеличение концентрации серотонина.

Ключевые слова: фенол, крезолы, иммунологические маркеры, нейроэндокринная регуляция.

Раздел VI. Экспериментальные исследования, математическое моделирование

Е.В. Анисенкова, Е.Н. Филатова, О.В. Уткин **203**
Современные подходы к моделированию инфекционной патологии, вызванной вирусом Эпштейна–Барр

Представлен обзор современных подходов к изучению механизмов инфицирования и латентной персистенции в организме человека вируса Эпштейна–Барр с применением модельных систем. Отражены основные проблемы, связанные с релевантностью как *in vivo*, так и *in vitro* моделей, предлагаемых для анализа данной патологии. Описаны преимущества моделирования с применением технологии совместного культивирования клеточных линий различного происхождения. Показана актуальность использования клеточных технологий в изучении одной из острых проблем современной эпидемиологии.

Ключевые слова: вирус Эпштейна–Барр, ВЭБ-инфекция, персистенция вируса, модельные системы *in vitro*, культура клеток.

О.С. Новикова, Д.А. Кирьянов **205**
Медико-биологические аспекты изменения соотношения административного и астрономического времени на территории РФ

Рассматривается проблема влияния отклонения административного времени относительно астрономического на состояние здоровья населения. Данный вопрос изучается в рамках как географического, так и медико-биологического подходов. На основании расхождения мнений учёных по изучаемому вопросу делается вывод об открытости вопроса о переводе времени. В работе проводится оценка зависимости между коэффициентом инсоляции и временным десинхронозом с привлечением трендовой полиноминальной линии

модели второго порядка. С помощью этой же методики в рамках медико-биологического подхода оценивается зависимость между временным десинхронозом и состоянием здоровья человека. В заключение устанавливается, что зона оптимума находится в промежутке от 1,5 до 2 часов. В соответствии с проведённым исследованием делается вывод о том, что оснований к переходу на астрономическое время по всей России нет как с точки зрения географического, так и медико-биологического подходов.

Ключевые слова: часовые пояса, медико-биологические аспекты, десинхроноз.

М.А. Землянова, Т.И. Акафьева **211**

Исследование влияния нанодисперсного оксида марганца (III, IV) и диоксида кремния на активность окислительных и антиоксидантных процессов в хроническом эксперименте

Сравнительная оценка биологических эффектов показала, что внутрижелудочное хроническое поступление водной суспензии нанодисперсного оксида марганца (III, IV) и диоксида кремния в дозах 0,25 мг/кг и 0,37 мг/кг соответственно может обусловливать развитие окислительно-антиокислительного дисбаланса. Биологическими маркерами данного эффекта являются повышение уровня МДА в плазме крови, гидроперекиси липидов в сыворотке крови и снижение активности АОС и СОД в сыворотке крови. При введении аналогов традиционной дисперсности наблюдается меньшая степень выраженности изучаемого эффекта.

Ключевые слова: наночастицы, микрочастицы, диоксид кремния, оксид марганца (III, IV), хронический эксперимент, окислительные и антиоксидантные процессы.

А.А. Тихолаз, Ю.А. Иванкина, М.А. Андреева, М.П. Горшкова **216**

Применение показателей общего органического углерода и общего азота для первичного контроля качества вод

Применение интегральных показателей «общий органический углерод» (TOC) и «общий азот» (TN) может обеспечить оценку загрязнений при мониторинге объектов окружающей среды. Общий органический углерод характеризует суммарное содержание органических загрязнений в воде. Данные показатели определяются с помощью анализатора углерода Shimadzu TOC – Vcpn и приставки для определения общего азота TNM-1. Известно, что в странах Европейского союза показатели TOC и TN являются интегральными показателями качества воды. В настоящее время в России содержание органического углерода нормируется только в воде, расфасованной в емкости. Необходимо введение нормативного показателя общего органического углерода в питьевой и природной воде для предварительной оценки загрязнения воды органическими токсикантами.

Ключевые слова: органический углерод (TOC) и общий азот (TN).

Ю.А. Иванкина, М.А. Андреева, М.П. Горшкова **218**

Показатели общего органического углерода и общего азота как первичный контроль качества почвы

Интегрирование России в деятельность международного сообщества требует приведения оценок санитарного состояния почв к единой системе нормирования. В странах ЕЭС показатель общего органического углерода (TOC) является одним из основных для определения качества почвы. В настоящее время в нормативно-методической базе Российской Федерации отсутствуют методики определения данного показателя современными аналитическими методами, что не позволяет использовать TOC как интегральный показатель качества почвы. Современное аналитическое оборудование для определения общего углерода позволяет получать достоверные результаты и проводить первичную оценку степени техногенного загрязнения почвы.

Ключевые слова: органический углерод (TOC), качество почвы.

М.Ю. Цинкер **220**

Математические подходы к описанию структуры легких человека

В рамках построения математической модели дыхательной системы человека, эволюционирующей под действием факторов среды обитания, исследуются математические подходы к описанию структуры легких человека.

Ключевые слова: эволюционное развитие легких человека, математическая модель, дыхательной системы человека, принцип оптимальности.

В.М. Чигвинцев **224**

Математическая модель функционирования и взаимной регуляции иммунной и нейроэндокринной систем в ответ на бактериальное воздействие с учетом нарушений синтетической функции под действием факторов среды обитания

Представлена математическая модель функционирования иммунной и нейроэндокринной систем на примере взаимодействия этих систем в ответ на внедрение бактериального патагента. Разрабатываемая модель показывает влияние изменения продуцирующей функции отдельного органа в условиях воздействия химических факторов на общую работу нейроэндокринной и иммунной системы.

Ключевые слова: математическая модель, динамическая система, иммунная система, нейроэндокринная система, бактерии.

А.В. Алексеева **229**

Построение модели упрощённой системы гормональной регуляции «гипофиз – щитовидная железа»

Рассматривается построение математической модели гормональной регуляции в системе «гипофиз – щитовидная железа». Для решения поставленной задачи исследован принцип функционирования заданной системы, изучены и отобраны необходимые данные. В результате построена система четырёх дифференциальных уравнений. На основании двух возможных вариантов задания коэффициентов уравнений, решение системы находится с применением явной разностной схемы. Результаты представлены в виде графиков зависимостей скоростей секреции гормонов от времени. Уникальность работы состоит в попытке создания модели части эндокринной системы, которая включает щитовидную железу и ранее не рассматривалась как объект математического моделирования. В краткосрочной перспективе планируется дополнение модели за счёт включения химических факторов, воздействующих на секрецию гормонов. На глобальном уровне целью является расширение математической модели для описания системы гормональной регуляции всей эндокринной системы.

Ключевые слова: математическое моделирование, гипофизарно-щитовидная система, щитовидная железа, тиреоидные гормоны, гормональная регуляция

М.Р. Камалтдинов **238**

Моделирование процесса течения пищеварительной смеси с учетом функциональных нарушений в моторике желудочно-кишечного тракта

Моделируется процесс течения пищеварительной смеси в желудочно-кишечном тракте с учетом функциональных нарушений в моторике тракта. На данном этапе моделирования выполнен расчет течения в желудке с учетом распространения волн сокращения в антральном отделе. Результаты расчетов, полученные с использованием вычислительного пакета Ansys Fluent, согласуются с известными литературными данными.

Ключевые слова: математическое моделирование, желудочно-кишечный тракт, волны антрального сокращения.

А.А. Казак, Е.Г. Степанов, И.В. Гмошинский **243**
Актуальные вопросы обеспечения безопасности наночастиц и наноматериалов, регуляции и контроля за нанотехнологиями

Отражены проблемы, возникающие в связи с внедрением нанотехнологий, отсутствием надёжных методов идентификации и контроля наночастиц, включая контроль их подлинности, необходимость оценки рисков, связанных с присутствием потенциально токсичных наночастиц в составе продукции. Анализ зарубежного опыта исследований в данной области позволяет сформулировать методологические подходы к формированию системы нанобезопасности.

Ключевые слова: нанотехнологии, оценка безопасности, оценка рисков, контроль.

Раздел VII. Проблемы биотехнологии

А.В. Алешкин, И.А. Киселева, В.В. Веревкин, О.Г. Ефимова, Н.В. Воложанцев, О.В. Тарасеева, Э.А. Светоч, С.С. Афанасьев **251**
Опыт применения фаг-опосредованного биопроцессинга при деконтаминации молока и охлажденных полуфабрикатов из курицы

Бактериальная контаминация продуктов питания происходит на этапах переработки сырья, приготовления и расфасовки. Для подавления бактериальной флоры используют различные химические агенты, которые ухудшают вкусовые качества продуктов и в определенной степени вредны для потребителей. Применение биопроцессинга, основанного на использовании специфичных бактериофагов, позволяет эффективно бороться с бактериальной обсемененностью, но не изменять показатели качества и безопасности продуктов питания.

Ключевые слова: бактериофаги, биопроцессинг, фаг-опосредованная деконтаминация.

О.Н. Дубинина, Н.Ю. Хуснутдинова, Р.Ф. Хуснаризанова, М.Р. Яхина, Л.Г. Гизатуллина, Т.И. Парфенова **253**
К методологии гигиенического регламентирования биотехнологических микроорганизмов

Использование биотехнологий на основе микроорганизмов приобретает все большее значение в промышленности и сельском хозяйстве, что актуализировало разработку методологии их токсикологической оценки и гигиенической регламентации. Приводятся результаты исследований патогенности, общетоксического, дисбиотического влияния, аллергенных свойств и иммуномодулирующего действия сапрофитных штаммов микроорганизмов, относящихся к видам *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas* и др. Рекомендуется дополнить объем общепринятых оценочных исследований изучением общей токсичности и дисбиотического действия на кожные покровы.

Ключевые слова: биотехнологические микроорганизмы, лабораторные животные, эксперимент, патогенность, общетоксическое, иммунотропное, дисбиотическое действие.

Содержание

Раздел I. Социально-гигиенический мониторинг: опыт регионов

С.В. Сергеева, О.И. Кожанова, А.В. Хан, Н.К. Фомичева
Микронутриентная недостаточность и механизмы урегулирования на территории Саратовской области 7

Д.К. Князев
Результаты проведения мониторинга атмосферного воздуха на территории Волгоградской области 10

Е.А. Алексеева
Влияние образа жизни на качество жизни подростков, обучающихся в учреждениях начального и среднего профессионального образования г. Пскова 13

Л.Ш. Петрова, С.Ю. Аверин, Н.В. Чистякова
Гигиеническая характеристика качества атмосферного воздуха города Череповца и оценка его влияния на здоровье населения 15

Е.В. Ковалёва, А.А. Орлов
Ранжирование родников Саратовской области по санитарно-гигиеническому качеству воды 18

Е.А. Рязанова
Оценка риска, связанного с воздействием негативных поведенческих практик на здоровье женского населения г. Нижний Тагил 20

И.П. Салдан, А.С. Катунина, А.А. Ушаков
Социально-гигиенический мониторинг инвалидности детей в Алтайском крае 25

А.В. Бачина, К.Г. Громов, Л.А. Глебова
Мониторинг за индикативным показателем внешнесредового влияния на здоровье населения Кемеровской области 29

Л.О. Кильдюшова, Е.Г. Степанов, Л.Б. Овсянникова
О проблемах сбора и утилизации отходов производства и потребления в Республике Башкортостан 33

Е.А. Белоусова, Л.И. Князева, Г.М. Осипова, А.В. Горячев
Фактическое питание и обеспеченность микронутриентами населения Кировской области 36

Е.А. Кондрашова, Е.А. Пивоварова
Социально-гигиенический мониторинг показателей химической безопасности пищевых продуктов и питьевой воды в Республике Хакасия 40

И.М. Бек, В.С. Веселова, Л.Ю. Компанец, О.И. Морозова, Д.В. Яковлев, А.Г. Никулушкин, Е.Ю. Петухова, А.С. Белкин
Гигиеническая характеристика состояния поверхностных вод озера Сестрорецкий Разлив в зонах рекреационного водопользования за период с 2005 по 2012 г. 43

Л.А. Глебова, А.В. Бачина, Е.В. Коськина
Актуальные эколого-гигиенические проблемы в Кемеровской области.....51

Н.И. Макаров, О.С. Коростелева
Обеспечение химической и биологической безопасности продуктов питания в Челябинской области.....55

Л.Ш. Петрова, В.В. Анисимова, О.Н. Моторина
Микронутриентная недостаточность и пути ее профилактики среди населения города Череповца 58

Р.Р. Акмалова, Е.Г. Степанов, Р.А. Сулейманов
Гигиеническая оценка водоснабжения населения Республики Башкортостан.....61

Г.Т. Айдинов, Л.И. Прядко, Ю.А. Синельникова
Социально-гигиенический мониторинг: онкологическая заболеваемость населения Ростовской области 63

С.П. Алексеенко, А.Н. Гуливец, А.С. Гудилка
Проблемы адаптации имеющейся нормативно-методической базы испытательных лабораторий к требованиям технических регламентов в рамках развития Таможенного союза 67

Раздел II. Практика оценки риска для здоровья населения при воздействии факторов внешней среды и образа жизни

Е.Н. Плешевенкова, М.В. Кузьмина
Оценка риска здоровью населения Иркутского района, связанная с загрязнением питьевой воды нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения.....73

Н.А. Харитоненко
Оценка риска для здоровья населения г. Новосибирска при употреблении питьевой воды 76

А.А. Шараева, К.В. Романенко, В.А. Фокин
Оценка неканцерогенного риска для здоровья населения Алтайского края в связи с последствиями воздействия выбросов от хвостохранилищ Золотушинской обогатительной фабрики 79

К.В. Романенко, Н.Г. Атискова, А.А. Шараева
Региональный список приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха, формирующих риск для здоровья населения на территории Пермского края 82

Л.Ш. Петрова, О.Н. Моторина, Л.И. Иванникова
Многосредовой риск для здоровья населения от воздействия химических веществ окружающей среды на примере г. Череповца Вологодской области 85

А.Г. Уральшин, Н.Н. Валеуллина, Н.А. Брылина, Е.В. Никифорова, А.Л. Бекетов, В.П. Макаревич
Оценка канцерогенного риска для здоровья населения города Карабаша при многосредовом воздействии химических факторов окружающей среды в 2012 г. 87

А.С. Крига, Е.Л. Овчинникова, Н.В. Резанова, А.С. Федоров
Оценка риска здоровью населения Омской области от химического загрязнения продуктов питания 91

Т.Н. Унгуряну
Эпидемиологический анализ и оценка риска болезней органов дыхания у населения в зоне влияния крупного целлюлозно-бумажного комбината 94

С.И. Шумаков, М.Л. Ковальчук
Оценка риска возникновения заболеваний под влиянием активного курения 98

Т.Н. Тимасова
Гигиеническая оценка атмосферного воздуха и аэрогенный риск здоровью населения промышленного города 100

Е.А. Кондрашова
Питание как фактор риска развития соматических неинфекционных заболеваний 103

А.С. Фёдоров
Мышьяк как фактор риска для здоровья населения Омской области 106

В.Н. Федоров, Е.В. Зибарев, В.П. Чащин
Оценка риска нарушений здоровья, связанных с воздействием стойких токсичных веществ на организм человека в Арктической зоне Российской Федерации 110

Раздел III. Современные аспекты производственно и профессионально обусловленных нарушений здоровья

И.И. Хисамиев, В.О. Красовский, Л.Б. Овсянникова, Е.Г. Степанов
Профессиональный риск, обусловленный воздействием шума на водителей общественного транспорта 115

Н.Н. Малютина, Л.А. Тараненко
Клинический анализ риска развития патологии пищеварительной системы у работников химического производства 117

А.А. Воробьева
Особенности диагностики хронического бронхита у работников металлургических предприятий с воздействием химических веществ 120

И.В. Данилина
Возможности диагностики и терапии производственно обусловленных аллергических заболеваний 123

А.Е. Носов
Профилактика артериальной гипертензии у работников предприятий металлургии 126

Л.В. Славнухина, Е.И. Якуничева
Влияние условий труда на здоровье механизаторов, работающих в сельском хозяйстве 130

Р.Б. Рахимов, В.Ю. Коваленко, А.В. Спирин, С.С. Райкин
Опыт применения метода дисперсионного картирования миокарда у трактористов-машинистов сельскохозяйственного производства 134

Ю.А. Спиридонова, Л.И. Богданова
Актуальные вопросы экспертизы рабочих мест при подозрении на профессиональное заболевание у сотрудников 136

А.С. Толкач
Роль гипертонической болезни в формировании сердечно-сосудистой патологии у работников локомотивных бригад 139

А.Г. Мигачева
Гигиеническое обоснование мероприятий по оздоровлению условий труда овощеводов защищенного грунта 141

Н.Н. Малютина, М.С. Невзорова
Взаимосвязь маркеров дисфункции эндотелия и неспецифической иммунной реактивности при остеоартрозе у женщин, занятых физическим трудом 146

Г.Т. Айдинов, А.В. Гончаров, Т.А. Тимашова, Д.Г. Кочубей, А.П. Коновалов
Актуальные проблемы гигиены труда в сфере управления профессиональным риском 150

Раздел IV. Актуальные проблемы эпидемиологии

М.М. Швагер, М.В. Говорухина, О.А. Самарина, А.В. Полонский
Об эпидситуации по энтеровирусной инфекции в Ростовской области в 2013 г. 155

А.С. Пименова, И.А. Чагина, О.Ю. Борисова
Применение мультилокусного секвенирования для наблюдения
за циркулирующими штаммами *C. diphtheriae* и *B. pertussis* 157

Л.Ш. Петрова, Е.В. Квашнина, А.С. Докичева
Эпидемиологическая оценка заболеваемости туберкулезом
в городе Череповце 161

Л.В. Ошева, В.Г. Макарова, О.Ю. Устинова
Состояние заболеваемости корью, коклюшем, дифтерией и столбняком
в России на современном этапе 163

А.А. Басов, О.В. Цвиркун, А.Г. Герасимова, О.Ю. Борисова,
Н.В. Россошанская, В.Н. Бабенко
Вспышка коклюша в одном из школьных коллективов Московской области 166

Раздел V. Современные методы диагностики нарушений здоровья, ассоциированных с факторами среды обитания

Я.В. Орехова, С.Л. Валина, О.А. Маклакова
Нейровегетативные нарушения у детей, проживающих на территории
с неудовлетворительным качеством питьевой воды
по санитарно-химическим показателям (марганец) 173

А.А. Щербаков. К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова
Патология слухового анализатора у детей, проживающих
в зоне влияния аэропорта 177

О.В. Долгих, А.В. Кривцов, Т.С. Лыхина, К.Г. Горшкова, Е.Д. Маерова,
Р.А. Предеина, Я.Н. Чудинова, О.А. Бубнова
Сравнительная характеристика генотипов детей и взрослых, проживающих
на территории интенсивного промышленного освоения 182

К.Г. Горшкова, О.В. Долгих
Показатели иммуноэндокринной регуляции у детей в условиях
внешнесредового воздействия ароматических углеводородов 185

Е.Д. Маерова, О.В. Долгих, А.В. Кривцов, Т.С. Лыхина, К.Г. Горшкова,
Р.А. Предеина, Я.Н. Чудинова, О.А. Бубнова
Сравнительная оценка уровня специфической сенсибилизации
к химическим соединениям у детей и взрослых, проживающих
в условиях крупного промышленного города 188

О.В. Долгих, А.В. Кривцов, К.Г. Горшкова, Р.А. Предеина, Д.Г. Дианова,
Е.Д. Маерова, Т.С. Лыхина, О.А. Бубнова, Я.Н. Чудинова
Генетические ассоциации в условиях внешнесредовой нагрузки
стронцием у детей 191

К.Г. Горшкова, О.В. Долгих
Изменение иммунологических и нейроэндокринных показателей у детей в условиях комбинированной внешнесредовой аэрогенной нагрузки 196

Раздел VI. Экспериментальные исследования, математическое моделирование

Е.В. Анисенкова, Е.Н. Филатова, О.В. Уткин
Современные подходы к моделированию инфекционной патологии, вызванной вирусом Эпштейна–Барр 203

О.С. Новикова, Д.А. Кирьянов
Медико-биологические аспекты изменения соотношения административного и астрономического времени на территории РФ 205

М.А. Землянова, Т.И. Акафьева
Исследование влияния нанодисперсного оксида марганца (III, IV) и диоксида кремния на активность окислительных и антиоксидантных процессов в хроническом эксперименте 211

А.А. Тихолаз, Ю.А. Иванкина, М.А. Андреева, М.П. Горшкова
Применение показателей общего органического углерода и общего азота для первичного контроля качества вод 216

Ю.А. Иванкина, М.А. Андреева, М.П. Горшкова
Показатели общего органического углерода и общего азота как первичный контроль качества почвы 218

М.Ю. Цинкер
Математические подходы к описанию структуры легких человека 220

В.М. Чигвинцев
Математическая модель функционирования и взаимной регуляции иммунной и нейроэндокринной систем в ответ на бактериальное воздействие с учетом нарушений синтетической функции под действием факторов среды обитания 224

А.В. Алексеева
Построение модели упрощённой системы гормональной регуляции «гипофиз – щитовидная железа» 229

М.Р. Камалтдинов
Моделирование процесса течения пищеварительной смеси с учетом функциональных нарушений в моторике желудочно-кишечного тракта 238

А.А. Казак, Е.Г. Степанов, И.В. Гмошинский
Актуальные вопросы обеспечения безопасности наночастиц и наноматериалов, регуляции и контроля за нанотехнологиями 243

Раздел VII. Проблемы биотехнологии

А.В. Алешкин, И.А. Киселева, В.В. Веревкин, О.Г. Ефимова, Н.В. Воложанцев, О.В. Тарасеева, Э.А. Светоч, С.С. Афанасьев
Опыт применения фаг-опосредованного биопроцессинга при деконтаминации молока и охлажденных полуфабрикатов из курицы 251

О.Н. Дубинина, Н.Ю. Хуснутдинова, Р.Ф. Хуснаризанова, М.Р. Яхина, Л.Г. Гизатуллина, Т.И. Парфенова
К методологии гигиенического регламентирования биотехнологических микроорганизмов 253

Аннотации..... 258

Научное издание

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ

Материалы
Всероссийской научно-практической интернет-конференции
молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора

(7–11 октября 2013 г.)

Корректор *М.Н. Афанасьева*

Подписано в печать 18.12.2013. Формат 70×100/16.
Усл. печ. л. 17,5. Тираж 50. Заказ № 109/2013.

Издательство «Книжный формат»
Адрес: 614000, г. Пермь, ул. Пушкина, 80.