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»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей
и благополучия человека
Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей
и благополучия человека по Пермскому краю
Отделение медицинских наук Российской академии наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Пермский государственный
медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ

Материалы
всероссийской научно-практической интернет-конференции
молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора
с международным участием

(Пермь, 8–12 октября 2018 г.)

Под редакцией профессора А.Ю. Поповой,
академика РАН Н.В. Зайцевой

Пермь 2018

УДК 614.2

Ф94 **Фундаментальные** и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием / под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь : Изд-во Перм.нац.исслед. политехн. ун-та, 2018. – 394 с.

ISBN 978-5-398-02081-6

Представлены материалы всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов научно-исследовательских организаций Роспотребнадзора с международным участием «Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения». Статьи, включенные в сборник, традиционно отражают санитарно-гигиенические и эпидемиологические проблемы на современном этапе развития и возможные пути их решения с участием молодых ученых и специалистов санитарной службы.

Освещены научные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения под воздействием природных, техногенных факторов среды обитания, уделено большое внимание современным аспектам медицины труда и медико-профилактическим технологиям управления риском здоровью населения, представлены результаты современных подходов к эпидемиологическим исследованиям. Часть публикаций посвящена мероприятиям по оценке и минимизации рисков здоровью детского населения при воздействии химических веществ, загрязняющих объекты среды обитания.

Изложены научные и прикладные аспекты анализа рисков для здоровья потребителей пищевой и непищевой продукции, обращаемой на территории стран СНГ. Отражены проблемы гигиенического нормирования для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, проживающего на промышленных территориях, методы диагностики ранних нарушений здоровья, вопросы социально-гигиенического мониторинга, химико-аналитического обеспечения исследований и опыт молодых ученых и специалистов санитарной службы стран СНГ.

Представлены разработки в области современных методов анализа качества среды обитания, информационных технологий и программных средств, обеспечивающих повышение эффективности работы санитарной службы. Ряд работ посвящен правовой и методической поддержке научных исследований в области гигиены и оценки рисков здоровью.

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

Материалы конференции издаются при финансовой поддержке Правительства Пермского края в рамках гранта (Договор № Д-26/010 от 10.01.2018 г.).

УДК 614.2

Редакционная коллегия:

д-р мед. наук, проф. *А.Ю. Попова*, акад. РАН *Н.В. Зайцева*,
д-р биол. наук, проф. *И.В. Май*, *Д.Н. Кошурников, М.М. Цинкер*

ISBN 978-5-398-02081-6

© ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 2018

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель:

Попова Анна Юрьевна	Руководитель Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

Заместители председателя:

Зайцева Нина Владимировна	Научный руководитель ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора
Алексеев Вадим Борисович	Директор ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора

Члены организационного комитета:

Кирьянов Дмитрий Александрович	Заведующий отделом математического моделирования систем и процессов ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора
Кошурников Дмитрий Николаевич	Председатель Совета молодых ученых и специалистов ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора
Лужецкий Константин Петрович	Заместитель директора по организационно-методической работе ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора
Май Ирина Владиславовна	Заместитель директора по научной работе ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»
Мустафина Илина Закарияновна	Помощник руководителя Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

Технический секретариат конференции:

Котлякова Ксения Петровна	Заведующий отделением научной и патентной информации ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора
Цинкер Мария Михайловна	Редактор ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора

Раздел I

Санитарно-гигиенические и медико-демографические проблемы регионов на современном этапе

Частота встречаемости маркеров парвовирусной В19–инфекции у разных групп населения Северо–Западного федерального округа

А.Ю. Антипова[1], И.В. Хамитова[1], О.Н. Никишов[2], Н.В. Железнова[1], М.А. Бичурина[1], И.Н. Лаврентьева[1]

[1] ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Пастера» Роспотребнадзора,
[2] ФГБВУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации,
г. Санкт-Петербург, Россия

Парвовирусная В19-инфекция (ПВИ) может протекать бессимптомно. Лабораторные методы играют ключевую роль в диагностике ПВИ. Диагноз подтверждают при обнаружении IgM-антител к парвовирусу В19 и/или ДНК PVB19 в клинических образцах. В данной работе представлены результаты лабораторного исследования клинического материала от условно здоровых лиц и больных с экзантемными заболеваниями, проживающих в СЗФО, на маркеры парвовирусной инфекции.

Ключевые слова: парвовирус В19, инфекция, диагностика, антитела, ДНК.

Парвовирус В19 (*Primate Erythroparvovirus 1*, PVB19, сем. *Parvoviridae*) является возбудителем антропонозной инфекции и реплицируется преимущественно в клетках-предшественниках эритроцитов в красном костном мозге [7, 9].

Имеются несколько путей передачи инфекции: воздушно-капельный, вертикальный (от матери плоду) и парентеральный (через кровь). Эпидемиологическая значимость парвовирусной инфекции связана с возникновением эпидемических вспышек в организованных коллективах, передачей возбудителя от донора к реципиенту при переливании крови или трансплантации органов, тератогенным эффектом и наличием осложнений у больных из групп риска [6, 9, 10].

Парвовирусная В19-инфекция (ПВИ) может проявляться в разных клинических формах. Типичная инфекционная эритема имеет симптомы, сходные с краснухой, и может быть причиной ошибок диагностики краснухи, однако более чем в 50 % случаев ПВИ протекает бессимптомно или в стертой форме [2].

Для инфекционной эритемы характерны два периода заболевания: распространение вируса в организме и образование IgM-антител к PV B19 сопровождается ОРВИ-подобными симптомами с субфебрильной температурой и легкими катаральными проявлениями: появление сыпи и артралгии соответствуют времени образования антител IgG-класса. Согласно литературным данным, ДНК PVB19 может определяться в клиническом материале переболевших лиц в течение длительного времени, иногда несколько лет. Таким образом, имеются три маркера ПВИ (IgM, IgG, ДНК).

Целью работы было выявление маркеров парвовирусной В19-инфекции у больных с экзантемными заболеваниями и среди условно здоровых лиц на территориях Северо-Западного федерального округа (СЗФО).

Материалы и методы. Ретроспективное исследование клинического материала, полученного с информированного согласия граждан, было выполнено на базе ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Пастера» Роспотребнадзора. Всего были исследованы сыворотки крови от больных с макулопапулезной сыпью и температурой 37,5 °С и выше, не содержащие IgM-антител к вирусам кори и краснухи, поступавшие в Санкт-Петербургский региональный центр по надзору за корью и краснухой с 11 территорий СЗФО в период с 2014 по 2017 г. (n = 529). В качестве материала от условно здоровых лиц исследовали плазму крови доноров (n = 400) из Центра (крови и тканей) Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (2015).

Наличие IgM- и IgG-антител к PVB19 определяли методом ИФА с помощью тест-систем фирмы Euroimmun (Германия). Определение ДНК PVB19 и вирусной нагрузки осуществляли с помощью набора реагентов «РИБО-преп» и ПЦР-теста AmpliSens® Parvovirus B19-FRT («ИнтерЛабСервис», Россия). Все наборы применялись в соответствии с инструкцией.

Была проанализирована частота встречаемости маркеров ПВИ с применением стандартных статистических методов.

Результаты и их обсуждение. Сыворотка крови больных и условно здоровых лиц исследовалась на наличие антител (АТ) IgM- и/или IgG-классов. Наличие IgM-АТ является лабораторным маркером острой или недавно перенесенной ПВИ, в то время как IgG-АТ свидетельствуют о перенесенном в прошлом заболевании и могут длительное время определяться в крови. Обнаружение ДНК парвовируса B19 указывает на произошедшее ранее инфицирование, однако не дает возможности определить временной интервал с момента заражения.

Среди образцов от больных с сыпью и лихорадкой 462 пробы были получены от людей в возрасте от 0 до 18 лет включительно. Антитела класса IgM к парвовирусу B19 были определены в 108 из 462 образцов (23,4 %).

Положительные пробы были получены с 10 из 11 территорий СЗФО. Чаще IgM-PVB19 выявляли в материале от больных из Республики Карелия и Санкт-Петербурга (41 и 30 % соответственно). Только 4 % положительных проб получено из Псковской области. На остальных территориях ПВИ лабораторно диагностировалась в 15–27 % случаев (среднее значение 21,7 %). Это говорит о широком распространении инфекции в СЗФО.

Материал от больных с подтвержденной ПВИ (n = 131) от 58 взрослых и 73 детей исследовали методом ПЦР: ДНК PVB19 была выделена в 89 случаях (67,9 %). Пробы, содержащие ДНК вируса, были получены в интервале от 3 до 45 дней с момента появления сыпи. Была определена вирусная нагрузка образцов (таблица): в 39 из 89 случаев (43,8 %) показатель был выше 10^5 копий ДНК PVB19/мл, а в одной пробе составила 10^9 копий ДНК PVB19/мл.

Также 85 IgM-положительных проб исследовали на наличие двух других маркеров инфекции. Антитела класса IgG к PVB19 содержали 59 проб (69,4 %). Методом ПЦР ДНК PVB19 обнаружена в 58 случаях (68 %). В 27 образцах (32 %) с клинически выраженной парвовирусной инфекцией ДНК не выявлялась, были обнаружены только IgM- и IgG-антитела, что свидетельствует о важности ИФА-метода для диагностики ПВИ.

В группе условно здоровых лиц (доноры крои) в возрасте от 18 до 60 лет 348 из 400 (87 %) имели IgG-антитела к PVB19, что говорит о перенесенной ра-

нее инфекции. Положительные образцы (n = 316) исследовали методом ПЦР. У 130 (41,6 %) доноров была обнаружена ДНК PVB19, однако вирусная нагрузка выше 10^5 копий ДНК PVB19/мл была в 14 случаях (4,4 %). Максимальная вирусная нагрузка составила 10^8 копий ДНК PVB19/мл (одна проба).

Частота обнаружения ДНК PVB19-положительных проб с разной вирусной нагрузкой у больных и условно здоровых лиц

Группа обследованных	Вирусная нагрузка, копий ДНК PVB19 /мл									Всего
	0	до 10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9	
Условно здоровые, n	186	76	24	16	8	4	1	1	0	316
Больные, n	42	9	12	29	24	12	2	0	1	131
Итого	228	85	36	45	32	16	3	1	1	447

Таким образом, парвовирусная В19-инфекция широко распространена в СЗФО. Маркеры ПВИ были обнаружены у больных с сыпью и условно здоровых жителей на 10 территориях Северо-Западного федерального округа. Методом ПЦР определено, что у пациентов с парвовирусной инфекцией (IgM+) 43,8 % образцов содержали большое количество копий ДНК PVB19, при этом для 4,4 % обследованных доноров в образцах плазмы крови показатель вирусной нагрузки составил 10^5 копий ДНК PVB19/мл и выше. В этом случае высок риск инфицирования лиц из групп риска, например нуждающихся в гемотрансфузиях.

ПВИ может быть причиной артралгии, миокардита и гепатита [7], отягощать течение основного заболевания у лиц с первичными и вторичными иммунодефицитами. При хронических гемолитических анемиях и у больных с острой кровопотерей может вызвать внезапный апластический криз. Парвовирус В19 может вызвать задержку развития плода, неиммунную водянку плода, внутриутробную гибель, синдром внезапной смерти [6–8].

Регистрация случаев ПВИ в формах государственного учета РФ в настоящее время отсутствует, поэтому данных о заболеваемости недостаточно. Ранее нами было показано, что ПВИ широко распространена в Северо-Западном федеральном округе РФ. Случаи заболевания были выявлены на 9 из 11 территорий округа, ПВИ характеризовалась очаговой и вспышечной заболеваемостью. Из-за сходства клинико-эпидемиологических характеристик больным с лабораторно подтвержденной ПВИ часто ошибочно устанавливается первичный диагноз «краснуха», что способствует распространению инфекции, вовлечению в эпидемический процесс лиц из групп риска [2, 3].

В данном исследовании материал от больных был получен из коллекции Санкт-Петербургского центра по надзору за корью и краснухой. Обязательным условием для лабораторного исследования материала на корь и краснуху является наличие у больного сыпи и лихорадки [4, 5]. Парвовирусная инфекция была выявлена в 23,4 % случаев в группе больных (IgM PVB19+). С учетом стертых форм заболевания показатель может быть больше. При лабораторном исследовании клинического материала от условно здоровых лиц IgG-антитела к PVB19 выявлялись в 87 % случаев, что также свидетельствует о широком распространении инфекции.

Для лабораторной диагностики важным является то, что виремия и появление макулопапулезной сыпи могут не совпадать по времени. Сыпь соответствует периоду образования IgG-антител к парвовирусу B19, при этом ДНК вируса может быть уже элиминирована. В этом случае диагноз требуется подтвердить методом ИФА. Имеющийся алгоритм обследования больных на парвовирусную инфекцию [1] и анализ лабораторных данных учитывают только факт обнаружения ДНК PV B19, без количественного определения. У пациентов с лабораторно подтвержденной ПВИ ДНК парвовируса B19 была выделена в 67,9 % случаев, из них 43,8 % образцов с высокой вирусной нагрузкой (10^5 копий ДНК PVB19 /мл и выше). В образцах плазмы условно здоровых лиц ДНК PVB19 была обнаружена в 41,6 % случаев, из них выявлены 4,4 % образцов с высокой вирусной нагрузкой. Это может свидетельствовать о недостаточной диагностике парвовирусной инфекции и о важности определения вирусной нагрузки, в первую очередь, у доноров крови. Целесообразно использовать и ИФА и ПЦР методы для лабораторного подтверждения ПВИ, для лабораторного обследования доноров крови, лиц из групп риска.

Список литературы

1. Алгоритм диагностики парвовирусной B19-инфекции: инструкция по применению [Электронный ресурс] / М.А. Ермолович, Н.В. Климович, В.А. Матвеев, Е.О. Самойлович. – URL: http://net.knigi-x.ru/24biologiya/345474-1-utverzhdayu-perviy-zamestitel-ministra-pinevich-20122011-registracionniy-124-1211-algoritm-diagnostiki-parvovirusno.php (дата обращения: 31.08.2018).

2. Вспышка парвовирусной инфекции в Северо-Западном федеральном округе России / Л.А. Спиридонова, А.Ю. Антипова, И.Н. Лаврентьева, М.А. Бичурина, В.В. Суркова // Инфекция и иммунитет. – 2012. – Т. 2, № 3. – С. 665–668.

3. Выявление случаев парвовирусной инфекции в системе эпидемиологического надзора за экзантемными заболеваниями / И.Н. Лаврентьева, А.Ю., Антипова М.А. Бичурина, О.Н. Никишов, Н.В. Железнова, А.А. Кузин // Инфекция и иммунитет. – 2016. – Т. 6, № 3. – С. 219–224.

4. Краснуха: эпидемиология, лабораторная диагностика и профилактика в условиях спорадической заболеваемости: аналитический обзор. – СПб.: НИИЭМ им. Пастера, 2010. – 68 с.

5. Об обследовании больных с экзантемой и лихорадкой в рамках реализации. Программы ликвидации кори: Приказ МЗ РФ № 33 от 05.02.2010 г. [Электронный ресурс] // КОДЕКС. – URL: http://docs.cntd.ru/document/902201050 (дата обращения: 31.08.2018).

6. Clinical manifestations and outcomes of parvovirus B19 infection duting pregnancy in Japan / H. Chisaka, K. Ito, H. Niikura, J. Sugawara, T. Takano, T. Murakami, Y. Terada, K. Okamura, H. Shiroishi, K. Sugamura, N. Yaegashi // Tohoku J. Exp. Med. – 2006. – № 209. – P. 277–283.

7. Heegaard E., Brown K. Human Parvovirus B19 // Clin. Microb. Rev. – 2002. – № 15 (3). – P. 485–505.

8. Human Parvovirus B19 and blood product safety: a tale of twenty years of improvements / G. Marano, S. Vaglio, S. Pupella, G. Facco, G. Calizzani, F. Candura, G.M. Liumbruno, G. Grazzini // Blood Transfus. – 2015. – № 13 (2). – P. 184–196.

9. Persistent B19 infection in immunocompetent individuals: implications for transfusion safety / J.-J. Lefrère, A. Servant-Delmas, D. Candotti, M. Mariotti, I. Thomas, Y. Brossard, F. Lefrère, R. Girot, J.-P. Allain, S. Laperche // Blood. – 2005. – № 106 (8). – P. 2890–2895.

10. Recipients potentially infected with parvovirus B19 by red blood cell products / M.K. Hourfar, U. Mayr-Wohlfart, A. Themann, W. Sireis, E. Seifried, H. Schrezenmeier, M. Schmidt // Transfusion. – 2011. – № 51 (1). – P. 129–136.

Эпизоотологическая характеристика очагов клонорхоза на территории Бурейского района Амурской области

Л.А. Бебенина[1], А.Г. Драгомерецкая[1], О.Е. Троценко[1], О.П. Курганова[2], А.А. Перепелица[2]

[1]ФБУН «Хабаровский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии» Роспотребнадзора, г. Хабаровск, Россия,
[2]Управление Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Амурской области, г. Благовещенск, Россия

Данные эпизоотологического обследования водоемов Бурейского района Амурской области подтвердили функционирование природных очагов возбудителя клонорхоза на данной территории за счет циркуляции его в звене первых и вторых промежуточных хозяев. Установлено наличие биотопов первых промежуточных хозяев трематод и высокий уровень инвазированности отдельных видов рыб в рыбохозяйственных водоемах. Основной объект исследования – непромысловые виды рыб, обитающие в пойменных озерах и достаточно редко используемые населением в пищу, при этом служащие биоиндикатором санитарного состояния водоема.

Ключевые слова: *Clonorchis sinensis*, первые и вторые промежуточные хозяева возбудителя, моллюски, Амурская область.

Территория Дальневосточного федерального округа является эндемичной по ряду зоонозных биогельминтозов (клонорхоз, нанофиетоз, метагонимоз, парагонимоз), не встречающихся в России за пределами Приамурья.

Уникальные природные условия региона, своеобразие гидрологического режима рек бассейна Амура с его богатой ихтиофауной являются предпосылками для формирования стойких очагов циркуляции возбудителей *Nanophyetus salmincola schikhobalowi, Metagonimus yokogawai, Clonorchis sinensis, Paragonimus westermani.* Дальневосточные трематодозы являются зоонозами, в жизненном цикле которых участие человека не обязательно. Включение человека в циркуляцию возбудителя

зависит от комплекса социальных факторов, прежде всего особенностей питания жителей, в том числе от присутствия в традиционном меню сырой, слабосоленой и копченой рыбы. Влияние оказывают и специфика профессиональной деятельности населения, и санитарное состояние жилой зоны [9, 12, 13]. Совокупность физико-географических и социальных факторов обеспечивают высокий уровень пораженности трематодами местного населения.

Одним из основных социально значимых для Амурской области биогельминтозом является клонорхоз – заболевание, вызываемое паразитированием трематоды *Clonorchis sinensis*. На его долю приходится в регионе до 90 % от всех паразитозов. По данным материалов государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Амурской области, ежегодно регистрируется более 200 случаев заболевания, из которых 61 % от общего числа заболевших составляют женщины, а на долю мужчин приходится 39 %. Интересно отметить, что городские жители болеют чаще сельских в 2,2 раза. Это можно объяснить покупкой рыбы гражданами в местах несанкционированной торговли, где рыба продается без прохождения санитарно-ветеринарной экспертизы, но по более привлекательной цене. Внешне определить рыбу, пораженную *C. sinensis*, невозможно. У нее полностью сохраняется товарный вид и органолептические свойства.

В Амурской области заболеваемость клонорхозом регистрируется в 18 административных территориях: в городах Благовещенске, Райчихинске, Свободном, Белогорске; Благовещенском, Константиновском, Ивановском, Тамбовском, Архаринском, Тындинском, Бурейском, Михайловском, Свободненском, Октябрьском, Завитинском, Серышевском, Зейском, Белогорском районах. Наиболее высокие уровни заболеваемости отмечаются в южных районах, соседствующих с северными районами КНР – это г. Благовещенск, Константиновский, Тамбовский и Благовещенский районы.

Циркуляция на территории Амурской области возбудителя клонорхоза, использующего в качестве первых промежуточных хозяев брюхоногих моллюсков, делает актуальным изучение малакофауны и инвазированности моллюсков личиночными стадиями *C. sinensis.* Результаты исследований позволяют оценить значимость в эпидемическом процессе отдельных водоемов для разработки соответствующих мер профилактики заболевания. Активизация хозяйственной и рекреационной деятельности человека может способствовать неумышленному расселению моллюсков при строительстве каналов и водохранилищ, рыбной ловле, пересадке корневищ водных растений с донным грунтом из одного водоема в другой, что может стать причиной расширения нозоареала клонорхоза [10, 11].

Цель работы – изучение инвазированности личиночными стадиями *C. sinensis* первых промежуточных и вторых промежуточных хозяев этих гельминтов в рыбохозяйственных водоемах на территории Бурейского района Амурской области.

Материалы и методы. В 2017 г. с целью выявления биотопов первых промежуточных хозяев трематоды (моллюсков рода *Parafossarulus*) и изучения инвазированности рыб (вторых промежуточных хозяев) метацеркариями *C. sinensis* было обследовано 6 водоемов Бурейского района Амурской области. Водоемы расположены вблизи населенных пунктов и используются местным населением для отлова рыбы.

Обследование водоемов осуществляли путем осмотра их уреза, высшей водной растительности, плавающих и погруженных в воду предметов. Основное

обследование и сбор моллюсков проводили вручную и сачком диаметром 330 мм. Сачком облавливали площадь 2–3 м^2 вдоль прибрежной линии водоема. При этом сачок несколько раз проводили под углом 40–45° по водной растительности (на глубине 20–25 см) с таким расчетом, чтобы находящиеся на ней моллюски «ссыпались» в сачок. Плотность популяции моллюсков оценивали перерасчетом количества обнаруженных моллюсков на 1 м^2. Для исследования моллюсков применяли метод прижизненной диагностики. Моллюсков поштучно рассаживали в бюксы с водой и через сутки производили учет результатов исследования. Бюксы поочередно просматривали под микроскопом МБС-10 при увеличении в 20–30 раз [2, 3, 6]. Всего собрано и исследовано 388 экземпляров моллюсков рода *Parafossarulus*.

Исследование рыбы на наличие метацеркарий *C. sinensis* проводили общепринятыми методиками [4, 5, 8] в соответствии с МУК 3.2.988-00 «Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки» [7] при соблюдении режимов работы с инвазионным материалом, регламентированных СП 1.2.731-99 «Безопасность работы с микроорганизмами III–IV групп патогенности и гельминтами» [1]. Всего было отловлено и исследовано 390 экземпляров рыб 7 видов. До исследования рыбу сохраняли в охлажденном состоянии, не допуская кристаллизации.

У рыб измеряли длину и вес, определяли пол и возраст. Для исследования использовали компрессорный метод. Сеголеток и годовиков просматривали целиком, у двух- и трехлетних особей всех видов исследовали вырезку из средней трети спины (место наиболее вероятной локализации метацеркарий *C. sinensis*).

При обнаружении метацеркарий паразита, в каждой пробе производили подсчет метацеркарий, определяли интенсивность инвазии исследуемой особи. Затем определяли экстенсивность инвазии (ЭИ) – число зараженных рыб в выборке, выраженное в процентах; среднюю интенсивность инвазии (СИИ) – число метацеркарий, приходящееся в среднем на одну зараженную рыбу; амплитуду интенсивности (АИ) – минимальное и максимальное число метацеркарий в одной зараженной особи [7].

Результаты и их обсуждение. Бурейский район расположен на юго-востоке Амурской области в бассейне нижнего и частично среднего течения реки Буреи – притока Амура. Также к району относится восьмикилометровый участок левого берега реки Амур. Большая часть водоемов территории расположены по долинам протекающих здесь рек и относятся к пойменно-долинному типу. Это преимущественно небольшие пресные водоемы, происхождение которых связано с водно-эрозионными и водно-аккумулятивными процессами. Климат умеренно-холодный с большим количеством осадков.

Биотопы моллюсков были обнаружены в 4 из 6 обследованных водоемов: оз. Длинном (с. Малиновка), озере без названия в черте поселка городского типа (пгт.) Бурея, водохранилище пгт. Прогресс и озере без названия вблизи п. Новорайчихинска. Была выявлена зависимость показателей плотности популяции моллюсков от степени зарастания водоема. Наибольшие показатели (24 экз. на 1 м^2) были отмечены в озере без названия в черте пгт. Бурея, где имела место максимальная среди обследованных водоемов степень зарастания. В остальных водоемах плотность популяции моллюсков не превышала 10 экз. на 1 м^2. Температура воды в обследованных водоемах варьировалась от 21 °С до 23 °С.

Эмиссия (выход из моллюска) церкарий *C. sinensis* не была выявлена ни у одного из моллюсков, собранных в обследованных водоемах. Следует отметить, что, согласно данным литературы, инвазированность моллюсков обычно не превышает 1–2 %, и при наличии небольшой выборки зараженных моллюсков в ней может не оказаться [2, 9].

В водоемах, где были обнаружены моллюски рода *Parafossarulus*, инвазия была выявлена и у выловленных рыб. В целом зараженность исследованных видов рыб составила 28,7 ± 2,3 %. Инвазия была отмечена у 3 из 7 исследованных видов рыб: горчака обыкновенного амурского *Rhodeus sericeus* (ЭИ 95,3 %, СИИ 285,34, АИ 4–678), амурского чебачка *Pseudorasbora parva* (ЭИ 66 %, СИИ 11, АИ 8–14) и гольяна озерного *Phoxinus percnurus* (ЭИ 23,9 %, СИИ 58,14, АИ 5–210).

Наибольшие показатели инвазированности рыбы были выявлены в водоеме, находящемся непосредственно в черте пгт. Бурея. Это искусственный водоем, образовавшийся на месте котлована, в который местными жителями были посажены лотосы. Данное озеро является местной достопримечательностью и используется местным населением для отлова рыбы.

В данном водоеме 100%-ная ЭИ была отмечена у горчака амурского и гольяна озерного. СИИ этих видов рыб составила 315,4 и 74,9 паразитов на одну зараженную рыбу соответственно. Присутствовавшие в улове из данного водоема карась китайский *Carassius spp*. и ротан-головешка *Perccottus glenii* были свободны от инвазии.

Показатели ЭИ рыб в обследованном озере без названия, расположенном вблизи п. Новорайчихинск, составили 100,0 % у горчака и 19,4 % у гольяна озерного. Карась и щиповка Чоя *Cobitis choii* были свободны от инвазии.

Интересен тот факт, что при исследовании язей амурских *Leuciscus waleckii*, отловленных в ирригационном водохранилище, расположенном вблизи пгт. Прогресс, метацеркарии *C. sinensis* не были обнаружены ни в одном из 44 исследованных экземпляров. При этом в данном водоеме инвазия была обнаружена у амурского чебачка и горчака. Следует отметить, что несмотря на то, что язь амурский относится к числу промежуточных хозяев *C.sinensis* [9, 12, 13], особенности биологии данного вида обусловливают низкую частоту его контактов с моллюсками, а соответственно, вероятность его инвазирования церкариями значительно ниже по сравнению с горчаком и другими сорными видами рыб.

Таким образом, во всех обследованных водоемах наибольшие показатели инвазированности были отмечены у амурского горчака. При этом роль горчака как фактора передачи инвазии населению минимальна ввиду крайне редкого употребления его в пищу из-за специфического вкуса и малых размеров. Поэтому данный вид играет роль только в поддержании циркуляции возбудителя клонорхоза в очаге. В то же время гольян, у которого зарегистрированы достаточно высокие показатели зараженности, чаще употребляется в пищу и может быть фактором передачи инвазии населению.

Выводы. Проведенные исследования показали, что в настоящее время на территории Бурейского района Амурской области имеются все условия для активного формирования и существования очагов клонорхоза.

Высокие показатели зараженности рыбы в водоемах, являющихся традиционным местом отдыха и рыбной ловли для местных жителей, обусловливают необходимость проведения профилактических мероприятий и дальнейшего мониторин-

га очагов клонорхоза на территории Амурской области. Наиболее интенсивная циркуляция возбудителя происходит в пойменных водоемах.

В системе профилактических мероприятий клонорхоза основное внимание следует уделять санитарному просвещению населения и борьбе с несанкционированной продажей рыбы. Существенный акцент профилактики необходимо сделать на способах обеззараживания рыбы от личинок *C. sinensis* в домашних условиях.

Список литературы

1. Безопасность работы с микроорганизмами III–IV групп патогенности (опасности) и возбудителями паразитарных болезней: Санитарные правила № 4 от 28.01.2008 г. (СП 1.3.2322-08). – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2008. – 107 с.

2. Беэр С.А., Белякова Ю.В., Сидоров Е.Г. Методы изучения промежуточных хозяев возбудителя описторхоза. – Алма-Ата: Наука Казахск. ССР, 1987. – 84 с.

3. Богатов В.В., Затравкин М.Н. Брюхоногие моллюски пресных и солоноватых вод дальнего Востока СССР. – Владивосток: ДВО РАН СССР, 1990. – 172 с.

4. Быховская-Павловская И.Е. Паразитологическое исследование рыб. – Л.: Наука, 1969. – 107 с.

5. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб: руководство по изучению. – Л.: Наука, 1985. – 121 с.

6. Жадин В.И. Моллюски пресных вод СССР. – М., Л.: АН СССР, 1952. – 376 с.

7. МУ 3.2.988-00 2001. Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки: методические указания. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2001. – 69 с.

8. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР / под ред. О.Н. Бауэра. – Т. 3: Паразитические многоклеточные (Вторая часть). – Л.: Наука, 1987. – 583 с.

9. Посохов П.С. Клонорхоз в Приамурье // Журнал инфекционной патологии. – 2004. – № 11. – С. 13–31.

10. Посохов П.С. Роль природных и социальных факторов в формировании очагов трематодозов человека в Приамурье // Биология и таксономия гельминтов человека и животных. – 1984. – С. 163–167.

11. Прозорова Л.А., Макаренко В.П., Ситникова Т.Я. Моллюски рода *Parafossarulus* (*Caenogastropoda*, *Rissooidea*, *Bithyniidae*) в бассейне реки Амур // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. – 2014. – № 6. – С. 552–560.

12. Трематодозы Приамурья: рыба как фактор передачи гельминтов человеку: информационно-методическое письмо / А.Г. Драгомерецкая, О.П. Зеля, И.Б. Иванова, П.В. Корита, О.Е. Троценко, П.Б. Михеев. – Хабаровск, 2012. – 47 с.

13. Фигурнов В.А., Чертов А.Д., Романенко Н.А. Клонорхоз в регионе Верхнего Приамурья (Биология, Эпидемиология, Клиника) // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2002. – № 4. – С. 20–23.

Анализ эпидемиологических типов заболевания людей туляремией в природном очаге степного типа на территории Ставропольского края при эпидемических проявлениях различной интенсивности (2003–2017 гг.)

О.А. Гнусарева[1], А.А. Зайцев[1], Д.С. Агапитов[1], А.В. Сазонов[2], В.В. Остапович[1], Е.С. Котенев[1]

[1]ФКУЗ «Ставропольский противочумный институт» Роспотребнадзора,
[2]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Ставропольскому краю,
г. Ставрополь, Россия

За период 2003–2017 гг. прослежена эпидемическая активность природного очага туляремии степного типа в Ставропольском крае. Наиболее высокая интенсивность приходилась на I квартал 2017 г., когда количество больных туляремией составило 42 человека. У них определены эпидемиологические типы заболевания: 30,9 % случаев – водные, 21,5 % – бытовые и 47,6 % – охотничье-пищевые. С 2013–2016 гг. зарегистрировано 49 больных туляремией (34,7 % случаев – с водными, 32,7 % – с бытовыми и 30,6 % – с охотничье-пищевыми эпидемиологическими типами заболевания). Установлено, что вышеуказанные эпидемиологические типы заболевания людей туляремией преобладали в очаге степного типа в последнее время независимо от интенсивности эпидемических проявлений.

Ключевые слова: туляремия, эпидемиологические типы заболевания людей туляремией, природный очаг, эпизоотии, эпизоотическая и эпидемическая активность.

В результате хозяйственной деятельности человека произошла глубокая трансформация природных очагов туляремии степного типа [1, 3]. Благодаря профилактическим мероприятиям, направленным на выявление эпизоотий и вакцинации населения, регистрируются преимущественно спорадическая заболеваемость и редко – групповая [1, 5]. На территории Ставропольского края (СК) существует обширный и стойкий природный очаг туляремии степного типа, имеющий полигостальный и поливекторный характер, с эпидемическими осложнениями различной интенсивности [3, 5]. Для предотвращения местных случаев заболевания туляремией в СК необходимы дополнительные исследования.

Цель исследования – изучение взаимосвязи эпидемиологических типов заболевания людей туляремией на территории природного очага степного типа в СК с интенсивностью эпидемических проявлений в последнее время.

Материалы и методы. Эпидемиологические типы заболевания людей туляремией определяли в соответствии со специфическими механизмами заражения и факторами передачи инфекции, при которых произошло заражение [2, 4]. В процессе выполнения работы использованы материалы ежегодных государственных докладов за период с 2003 г. по 2016 г. «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Ставропольском крае».

Результаты и их обсуждение. В природном очаге туляремии степного типа на территории СК в период с 2003–2016 гг. заболеваемость в течение 9 лет колебалась в пределах от 1 до 12 случаев, но отсутствовала в 2006, 2008, 2010, 2015 и 2016 г. (рис. 1).

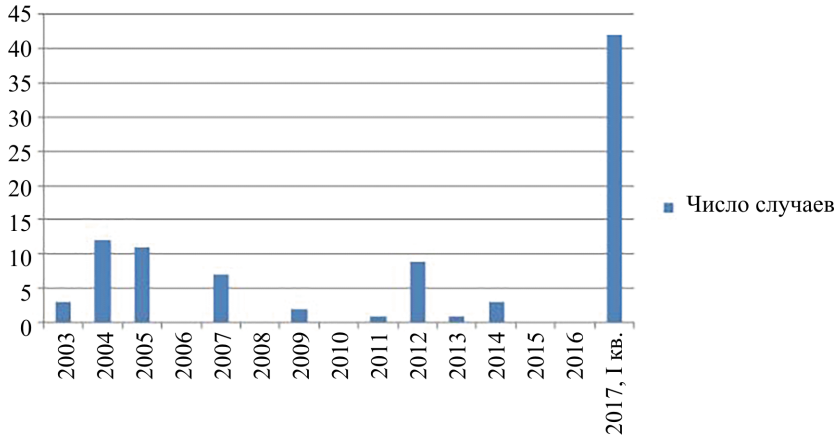


Рис. 1. Динамика зарегистрированных случаев заболевания туляремией в СК с 2003 по 2016 г. и I квартал 2017 г. (абсолютное число заболевших)

За это время было зарегистрировано 50 больных туляремией. Из них в 49 случаях инфицирование произошло на территории края. По сравнению с этим периодом только в I квартале 2017 г. количество зарегистрированных заболевших туляремией составило 42 человека, что указало на значительный рост заболеваемости за более короткий промежуток времени.

В 2003 г. туляремией заболели три человека в с. Константиновское Петровского района, которые употребляли инфицированную воду из водопровода. Учитывая факторы передачи инфекции, был установлен водный эпидемиологический тип заболевания людей.

В 2004 г. зарегистрировано 12 случаев заболевания туляремией среди населения, в том числе в Грачевском районе – 9, а по одному случаю в г. Ставрополе, Минераловодском и Георгиевском районах. Групповое заболевание туляремией зарегистрировано среди жителей п. Новоспицевка Грачевского района. Водный тип заболевания произошел при употреблении водопроводной родниковой воды, поступавшей из каптажа, эксплуатация которого не отвечала санитарно-гигиеническим требованиям. В остальных районах имел место бытовой эпидемиологический тип заболевания, обусловленный контактами с мышевидными грызунами, зараженными ими продуктами питания и фуражом, а г. Ставрополе – охотничье-пищевой тип.

В 2005 г. было зарегистрировано 11 случаев заболевания туляремией, в том числе в г. Ставрополе – 6, в Шпаковском районе – 2, в Ипатовском, Петровском, Грачевском районах по одному случаю. Заражение людей из г. Ставрополя и Шпаковского района было связано с разделкой зайцев охотниками и членами их семей, что позволило установить охотничье-пищевой тип заболевания. В остальных случаях имел место бытовой тип.

Эпидемиологическая обстановка по туляремии на территории края в 2006 г. была благополучной. Однако в 2007 г. зарегистрировано 7 спорадических случаев

заболеваний среди людей в 6 населенных пунктах 4 районов: Красногвардейском – 4, а Шпаковском, Новоалександровском и Труновском – по одному случаю. У всех заболевших из Краногвардейского и Новоалександровского районов отмечена связь с купанием в прудах и реках в период июня – августа (водный тип). В Шпаковском районе заражение связано с разделкой зайца (охотничье-пищевой тип), а в Труновском районе установлен бытовой тип заболевания.

После эпидемиологического благополучия по туляремии на территории края в 2008 г., уже в 2009 г. зарегистрировано 2 случая заболеваний в разных населенных пунктах Ипатовского района. В обоих случаях источником послужили грызуны (бытовой тип заболевания).

В течение 2010 г. эпидемиологическая обстановка по туляремии на территории края отмечалась благополучной. Однако в декабре 2011 г. зарегистрирован 1 случай заболевания у жительницы Петровского района. Заражение произошло контактным путем при разделке зайца, пойманного на охоте (охотничье-пищевой тип).

В следующем 2012 г. зарегистрировано 9 случаев заболеваний среди людей в 5 энзоотичных административных территориях: Красногвардейский (4), Предгорный (2), Петровский, Труновский и Шпаковский районы (по одному). В 6 случаях заболевания возникли при контакте с мышевидными грызунами, с зараженными ими продуктами питания и фуражом (бытовой тип), один случай – контакт со шкурой зайца (охотничье-пищевой тип), один – контакт при снятии шкуры с волка (охотничье-пищевой тип), один – от укуса насекомого (трансмиссивный тип).

Случай заболевания туляремией зарегистрирован в 2013 г. у жителя г. Ставрополя, но при этом было установлено, что заболевание связано с пребыванием в Апшеронском районе Краснодарского края.

Трое больных зарегистрированы в 2014 г.: в Красногвардейском и Петровском районах заражение людей произошло при контакте (разделке) зайца (охотничье-пищевой тип), а в г. Кисловодске при контакте с грызунами в энзоотичном Минераловодском районе (бытовой тип).

В 2015 и 2016 г. зарегистрированных случаев заболевания туляремией не было.

Проведен анализ эпидемиологических типов заболевания людей туляремией на территории природного очага степного типа СК в период 2003–2014 гг. В 17 из 49 случаев (34,7 %) установлен водный тип заболевания людей, соответственно в 32,7 % бытовой и 30,6 % случаев охотничье-пищевой типы заболевания. Трансмиссивный тип заболевания составил всего 2,0 %. Во всех случаях заболевшие не были привиты против туляремии.

В I квартале 2017 г. у 20 из 42 заболевших туляремией установлен охотничье-пищевой тип заболевания, связанный с разделкой зайцев охотниками и членами их семей. Инфицирование людей произошло от зайцев, добытых на территориях Красногвардейского (6), Ипатовского (9), Труновского (2), Изобильненского (1), Туркменского (1) и Шпаковского (1) районов.

В аналогичный период 2017 г. в Петровском районе у трех больных из с. Константиновское, одного из с. Николина Балка и девяти больных из с. Донская Балка определен эпидемиологический водный тип заболевания туляремией. Все случаи заболевания связаны с употреблением инфицированной водопроводной воды. Предыдущий аналогичный случай групповой заболеваемости в с. Константиновское зарегистрирован в 2003 г.

В остальных девяти случаях имел место бытовой тип: в Красногвардейском (1), Ипатовском (7) и Труновском районе (1).

Проведен анализ эпидемиологических типов заболевания людей туляремией на территории природного очага степного типа СК в I квартале 2017 г. (рис. 2).

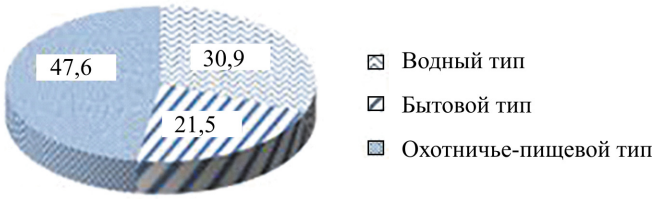


Рис. 2. Сравнительный анализ количества эпидемиологических типов заболевания людей туляремией в I квартале 2017 г. на территории природного очага туляремии степного типа СК, %

В 13 из 42 случаев (30,9 %) установлен водный тип заболевания людей, соответственно в 21,5 % – бытовой, в 47,6 % – охотничье-пищевой типы заболевания людей. Все заболевшие не были привиты против туляремии.

С целью предупреждения заражения населения туляремией в крае ежегодно проводилась профилактическая иммунизация. В 2004 г. план иммунизации был выполнен на 90,5 % и привито против туляремии 34 310 человек. Но по сравнению с 1999 г. количество привитых против туляремии снизилось на 30 % и составило 193 422 человека, что почти в 3 раза меньше общего количества привитых в 1962 г.

В 2005 г. было привито 35 801 человек, что на 5 % больше, чем в 2004 г., но охват плановой иммунизацией населения из групп риска, все равно уменьшился с 86 до 81 %.

В 2007 г. охват плановой иммунизацией населения из числа групп риска продолжил снижение с 79,2 до 72,5 %, а охват прививками охотников как наиболее угрожаемого по инфицированности возбудителем туляремии контингента населения снизился до 55,8 % против 75,3 % в 2006 г.

В результате проведенной организационной работы, количество вакцинированных при плановой иммунизации населения из числа групп риска в 2011 г. достигло в СК 86,3 %, 2012 г. – 91,3 % и к 2015 г. – 92,8 %. В 2016 г. было вакцинировано и ревакцинировано 23 908 человек.

В населенных пунктах Красногвардейского, Андроповского, Петровского, Грачевского, Шпаковского, Ипатовского и Изобильненского районов, расположенных на территориях повышенной эпизоотической активности и эпидемической опасности природного очага туляремии, с 2010 по 2016 г. проводилась вакцинация населения в возрасте от 7 лет, кроме тех лиц, кому она была противопоказана. С 2012 г. стали прививаться аналогичные контингенты населения Минераловодского и Предгорного районов.

Тем не менее проводимых мероприятий по специфической профилактике оказалось недостаточно, что проявилось в регистрации 42 больных туляремий в I квартале 2017 г.

В связи с этим, постановлением главного государственного санитарного врача по СК № 2-п от 02.02.2017 г. было указано на необходимость проведения в оперативном порядке иммунизации против туляремии по эпидемическим показаниям населения от 7 лет и старше в населенных пунктах Красногвардейского, Петровского, Ипатовского и Изобильненского районов, ранее не охваченных этим мероприятием.

Таким образом, объем и направленность профилактических мероприятий в природном очаге степного типа СК должны определяться с учетом того, что здесь в настоящее время наиболее высока вероятность возникновения охотничье-пищевого, бытового и (или) водного эпидемиологических типов заболевания людей. Недостаточный охват иммунизацией населения с такими эпидемиологическими типами заболевания туляремией может приводить к возникновению эпидемических осложнений в виде спорадических или групповых случаев заболевания этой инфекцией. Для их предотвращения необходимо своевременное проведение ветеринарно-санитарных и санитарно-гигиенических мероприятий.

Выводы:

1. В СК с 2003 по 2016 г. и I квартал 2017 г. зарегистрированы местные случаи заболевания людей туляремией преимущественно на спорадическом уровне. Отдельные случаи групповой заболеваемости имели место, когда заражение происходило через инфицированную воду местных водопроводов.

2. На территории природного очага туляремии степного типа СК в настоящее время наиболее высока вероятность возникновения охотничье-пищевого, бытового и (или) водного эпидемиологических типов заболевания людей независимо от интенсивности эпидемических проявлений.

3. В СК для предупреждения местных случаев заболевания туляремией необходимо проведение иммунизации населения, в первую очередь групп риска, согласно установленным Управлением Роспотребнадзора по СК плановым показателям охвата, а также своевременное осуществление дератизационных мероприятий и комплексной защиты водоемов от инфицирования воды, используемой населением для хозяйственно-питьевого водоснабжения, возбудителем туляремии.

4. Остается актуальной высокая вероятность резкого обострения эпидемической обстановки по туляремии на территории природного очага степного типа на территории СК. Эпидемические проявления туляремии могут одновременно возникнуть в нескольких граничащих между собой административных районах при активизации общего механизма и факторов передачи инфекции.

Список литературы

1. Арутюнов Ю.И., Мишанькин Б.Н., Пичурина Н.Л. Перспективы изучения природных очагов туляремии в Южном Федеральном округе // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2011. – № 1. – С. 51–55.

2. МУ 3.1.2007-05. Эпидемиологический надзор за туляремией: методические указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии, 2005. – 59 с.

3. Роль отдельных видов мелких млекопитающих в поддержании природной очаговости на территории лесостепной части природного очага туляремии Ставропольского края / Б.И. Левченко, Л.В. Дегтярева, А.А. Зайцев, М.П. Грирорьев, В.В. Остапович // Проблемы особо опасных инфекций. – 2014. – № 3. – С. 30–33.

4. СП 3.1.7.2642-10. Профилактика туляремии: санитарно-эпидемиологические правила. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии, 2010. – 19 с.

5. Эпизоотическая активность природного очага туляремии в Ставропольском крае / П.Н. Попов, Л.В. Ртищева, Л.В. Дегтярева, Б.И. Левченко, Н.И. Тихенко, В.В. Остапович // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2011. – № 4. – С. 44–47.

Эпидемиологический мониторинг врожденных пороков развития и хромосомной патологии в Приморском крае

С.В. Ивашинникова[1], С.В. Воронин[2]

[1]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Приморскому краю,
[2]ГАУЗ «Краевой клинический центр специализированных видов медицинской помощи»,
г. Владивосток, Россия

Представлены результаты ведения эпидемиологического мониторинга врожденных пороков развития (ВПР) и хромосомной патологии (ХП) в Приморском крае. Проанализированы данные краевого регистра ВПР у новорожденных и детей за период 2010–2017 гг., в том числе с учетом требований приказа Минздрава РФ № 268 от 10.09.1998 г. Также представлены достигнутые результаты по снижению младенческой смертности и заболеваемости населения Приморского края от ВПР и ХП.

Ключевые слова: врожденные пороки развития, хромосомная патология, заболеваемость ВПР, мониторинг ВПР.

Мониторинг врожденных пороков развития (ВПР) у детей в Приморском крае ведется с 1978 г.: первоначально в кабинете медицинской генетики Приморской краевой больницы, а с 1996 г. – в Краевой медико-генетической консультации (КМГК) ГАУЗ ККЦ СВМП. С 2010 г. с целью обеспечения единого подхода к слежению за частотой врожденных пороков развития, установлению причин, влияющих на возникновение ВПР, и принятия мер по снижению заболеваемости, а также планированию объемов медицинской помощи населению данная работа проводится совместно с Управлением Роспотребнадзора по Приморскому краю.

Актуальность данной тематики обусловлена тем, что ВПР как причина младенческой смертности в Приморском крае стабильно занимает 1–2-ю ранговую позицию; заболеваемость ВПР у детей в возрасте 0–14 лет в Приморском крае до 2014 г. включительно стабильно превышала российские показатели. В 2012–2014 гг. уровень заболеваемости ВПР в Приморском крае был выше, чем в РФ, в 1,1–1,5 раза.

Системный подход к профилактике врожденных пороков развития и хромосомной патологии (ХП) в крае включает: прегравидарную подготовку женщины к беременности врачами акушерами-гинекологами лечебно-профилактических учреждений, медико-генетическое консультирование, биохимический скрининг, УЗИ плода на 11–14-й, 18–21-й и 30–34-й неделях беременности, инвазивную пренатальную диагностику, пренатальный консилиум по определению тактики ведения беременности у женщины с выявленными отклонениями в развитии плода, ведение регионального регистра ВПР с ежемесячным анализом частоты, спектра и причин возникновения патологии.

Приказом Минздрава РФ № 268 от 10.09.1998 г. «О мониторинге врожденных пороков развития у детей» [2] определена 21 нозоформа ВПР и ХП, подлежащая обязательному учету. С августа 2011 г. в целях получения более полного пред-

ставления о частоте и структуре ВПР и ХП у новорожденных учету подлежат все формы ВПР и ХП, выявляемые в родильных домах/отделениях, детских больницах Приморского края (совместный приказ Департамента здравоохранения Приморского края и Управления Роспотребнадзора по Приморскому краю № 405-0/115 от 12.08.2011 г. «О совершенствовании проведения мониторинга врожденных пороков развития на территории Приморского края» [3]). В анализ включались только дети с ВПР и ХП, чьи матери во время беременности проживали на территории Приморского края. Показатели частоты ВПР и ХП рассчитывались на 1000 родившихся по данным родильных домов и отделений.

В 2017 г. частота ВПР и ХП среди живо- и мертворожденных детей составила 15,95 случая на 1000 родившихся, что на 3,6 % ниже показателя 2016 г. В сравнении с 2016 г. в отчетном году наблюдалось снижение частоты ВПР в группах «ВПР нервной системы», «ВПР органов дыхания», «Другие ВПР органов пищеварения», «ВПР и деформации КМС», «Хромосомные аномалии». Не регистрировались в отчетном году ВПР по классу «Новообразования». В остальных группах отмечался рост частоты ВПР, при этом наиболее значительно в группе «ВПР глаза, уха, лица, шеи» (табл. 1).

Таблица 1

Частота ВПР и ХП у новорожденных Приморского края в 2016–2017 гг.

Группа ВПР	2017		2016		Темп прироста
	абс.	частота ВПР*	абс.	частота ВПР*	
ВПР нервной системы	2	0,10	22	0,96	–89,8
ВПР глаза, уха, лица, шеи	8	0,39	5	0,22	78,8
ВПР системы кровообращения	119	5,82	123	5,38	8,1
ВПР органов дыхания	3	0,15	6	0,26	–44,1
Расщелина губы и нёба	20	0,98	20	0,88	11,8
Другие ВПР органов пищеварения	15	0,73	23	1,01	–27,1
ВПР половых органов	33	1,61	35	1,53	5,4
ВПР мочевой системы	37	1,81	40	1,75	3,4
ВПР и деформации КМС	45	2,20	59	2,58	–14,8
Другие ВПР	26	1,27	22	0,96	32,1
Хромосомные аномалии	18	0,88	21	0,92	–4,2
Новообразования	0	0,00	2	0,09	–100,0
Итого	326	15,95	378	16,54	–3,6

Примечание: * – на 1000 родившихся живыми и мертвыми.

В структуре ВПР и ХП у новорожденных в 2017 г. по-прежнему первые четыре ранговых места занимали ВПР системы кровообращения, ВПР и деформации КМС, «ВПР мочевой системы», «ВПР половых органов». Пятое ранговое место в 2017 г. занимали «Другие ВПР» (в 2016 г. – 6-е ранговое место) (рис. 1). Значительно снизилось число «Других ВПР органов пищеварения», которые в 2017 г. в структуре патологии заняли 8-е ранговое место (в 2016 г. – 5-е). Доля мертворожденных детей среди новорожденных с ВПР в 2017 г. составила 0,8 %, или 2 случая (в 2016 г. – 2,4 %, или 9 случаев, в 2015 г. – 2,5 %, или 8 случаев).

Летальным исходом в 2017 г. закончилось 27 случаев. Показатель летальности на 100 новорожденных с ВПР и ХП составил 8,3, что ниже, чем в предыдущие годы (в 2016 г. показатель летальности на 100 детей с ВПР составил 10,5, в 2015 г. – 14,9). На ранний неонатальный период в 2017 г. пришлось 10 случаев (37,0 %), на поздний неонатальный – 8 (29,6 %), на постнеонатальный (до достижения ребенком одного года) – 9 (33,3 %).

Рис. 1. Структура ВПР и ХП у новорожденных в Приморском крае в 2017 г. (%)

В раннем неонатальном периоде основные причины смерти – ВПР системы кровообращения и МВПР, в позднем неонатальном – ВПР системы кровообращения, в постнеонатальном – МВПР.

Основная доля ВПР и ХП в 2017 г., как и в предыдущие годы, регистрировалась в крупных городских округах: Владивосток – 35,3 % всех случаев, Находка – 18,1 %, Уссурийск – 6,4 %, Артем – 5,8 %, Партизанск – 3,4 %; на остальные муниципальные образования приходилось по 0,2–3,0 %.

По приказу Минздрава РФ № 268 от 10.09.1998 г. «О мониторинге врожденных пороков развития у детей» [2] из общего числа зарегистрированных ВПР по 21 нозоформе в 2017 г. обязательному учету среди живо- и мертворожденных детей подлежало 118 случаев. Частота мониторируемых ВПР и ХП на 1000 родившихся детей (живо- и мертворожденных) составила 5,77, что на 4,4 % ниже, чем в 2016 г. (138 случаев, или 6,04 на 1000 новорожденных) (табл. 2).

Наиболее высокие показатели частоты ВПР и ХП у новорожденных детей отмечались, как и в 2016 г., по гипоспадии (1,22 на 1000 детей), МВПР (1,08 ‰), синдроме Дауна (0,78 ‰). Не регистрировались в отчетном году спинномозговая грыжа, энцефалоцеле, эписпадия. Рост частоты ВПР у новорожденных в сравнении с предыдущим годом отмечался по 11 нозоформам (недостоверно); снижение – по 8 нозоформам, при этом достоверно только по гидроцефалии (p > = 95,0).

Для выявления особенностей распространенности врожденных пороков развития обязательного учета в Приморском крае проанализированы суммарные данные мониторинга ВПР и ХП среди живо- и мертворожденных детей по 21 нозо-

форме за 8 лет (2010–2017 гг.). Суммарно зарегистрировано 1158 случаев, показатель на 1000 новорожденных детей составил 6,29. Диапазон колебаний частоты мониторируемых ВПР в течение 8 лет был незначительный, коэффициент вариации составил 8,2 % (рис. 2).

Таблица 2

Частота ВПР и ХП обязательного учета у детей, родившихся живыми и мертвыми в 2016–2017 гг. в Приморском крае

Нозоформа	Заболеваемость ВПР				
	2017 г.		2016 г.		темп прироста
	абс.	на 1000 родившихся	абс.	на 1000 родившихся	
Анэнцефалия	1	0,05	0	0,00	+1 сл.
Спинномозговая грыжа	0	0,00	8	0,35	–100,0
Гидроцефалия	1	0,05	11	0,48	–89,8
Микротия, анотия	4	0,20	1	0,04	347,1
Расщелина нёба	9	0,44	10	0,44	0,6
Расщелина губы/нёба	11	0,54	10	0,44	22,9
Транспозиция сосудов	3	0,15	7	0,31	–52,1
Гипоплазия левого сердца	1	0,05	2	0,09	–44,1
Атрезия пищевода	5	0,24	1	0,04	458,8
Атрезия ануса	3	0,15	4	0,18	–16,2
Агенезия/дисгенезия почек	7	0,34	8	0,35	–2,2
Гипоспадия	25	1,22	29	1,27	–3,6
Экстрофия мочевого пузыря	1	0,05	1	0,04	11,8
РПК	2	0,10	6	0,26	–62,7
Диафрагмальная грыжа	2	0,10	1	0,04	123,5
Омфалоцеле	2	0,098	2	0,088	11,8
Гастрошизис	3	0,15	0	0,00	+3 сл.
Синдром Дауна	16	0,78	18	0,79	–0,6
МВПР	22	1,08	19	0,83	29,4
Всего	118	5,77	138	6,04	–4,4

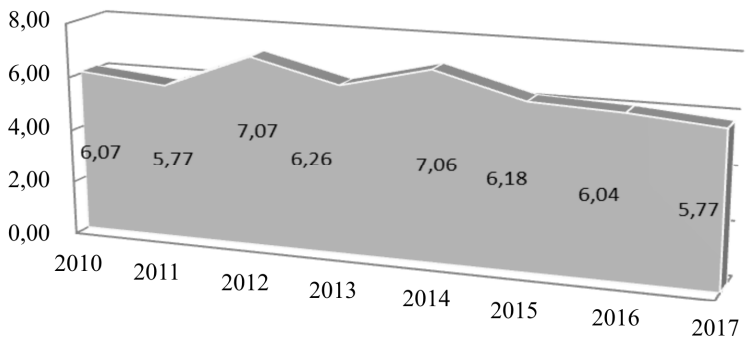


Рис. 2. Динамика частоты мониторируемых ВПР и ХП в Приморском крае за 2010–2017 гг.

Структура ВПР и ХП обязательного учета за 2010–2017 гг. не изменилась: по-прежнему преобладали гипоспадия (21,2 %), МВПР (13,6 %), синдром Дауна (13,0 %), расщелина нёба и расщелина губы и/или нёба (10,4 %).

Самый высокий показатель по итогам 2010–2017 гг. регистрировался в г. Находке (10,48 на 1000 детей родившихся живыми и мертвыми). К территориям с высокими показателями (выше 75-го персентиля) относятся города (Артём, Спасск-Дальний, Владивосток, Партизанск) и муниципальные районы (Пожарский, Лазовский, Чугуевский, Пожарский) (рис. 3). Достоверное (p = 0,05) превышение краевого показателя отмечалось в городских округах Находка (1,7 раза) и Спасск-Дальний (в 1,5 раза).

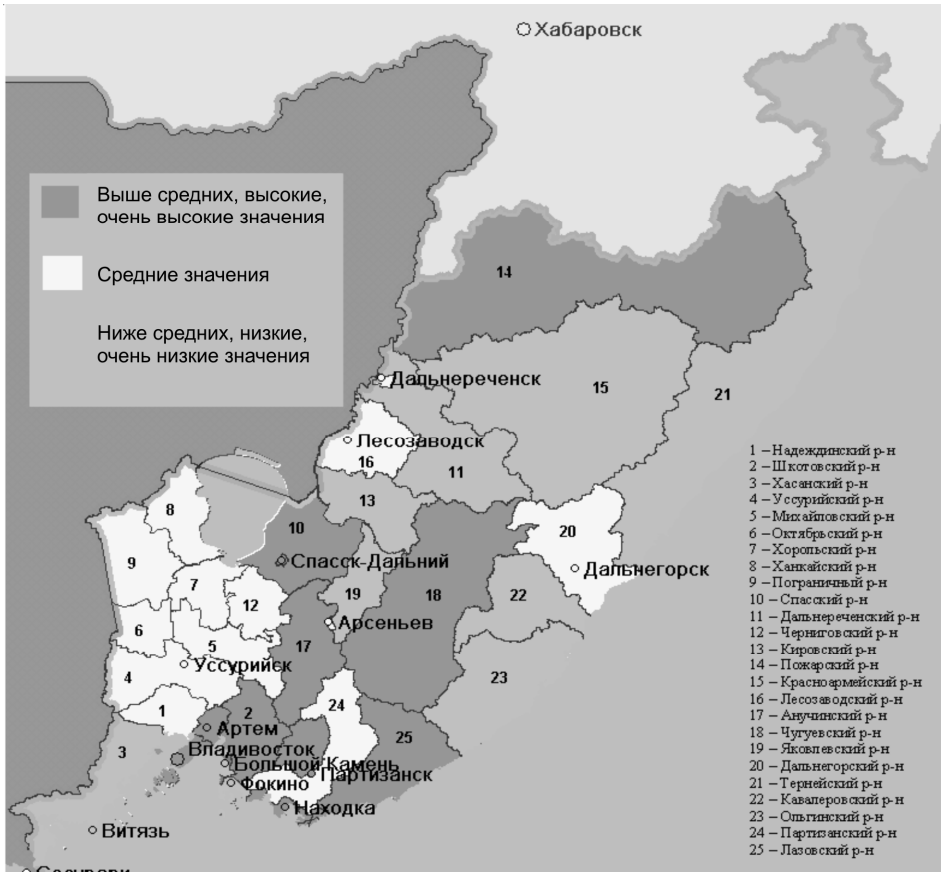


Рис. 3. Уровень распространенности ВПР и ХП обязательного учета среди новорожденных в Приморском крае за 2010–2017 гг.

Результаты мониторинга ВПР и ХП используются в практической деятельности. В крае проводится целенаправленная работа по оптимизации системы профилактики, ранней диагностики ВПР и ХП в Приморском крае и обеспечению доступности получения специализированой медицинской помощи женщинам на этапе планирования и вынашивания беременности. В 2009 г. на базе медико-гене-

тической консультации ГАУЗ «Краевой клинический центр специализированных видов медицинской помощи» создан пренатальный консилиум для решения вопросов прогноза здоровья плода и тактики ведения беременности и родов. В 2017 г. консилиум проведен у 310 беременных (в 2014 г. – у 179, в 2015 г. – у 308, 2016 г. – у 290), имевших ВПР, ХП или наследственное заболевание, для решения вопроса о дальнейшей тактике ведения беременности. Внедрение системы окружных кабинетов позволило увеличить число внутриутробно выявленных пороков за два года на 80 % и сократить младенческую смертность в 1,2 раза.

Заболеваемость ВПР и ХП у детей в возрасте до 14 лет с диагнозом, установленным впервые в жизни в Приморском крае за 2013–2017 гг., по данным формы федерального статистического наблюдения № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации», снизилась на 26,7 %. В сравнении со среднероссийскими показателями в Приморском крае уровень заболеваемости ВПР в 2015 г. регистрировался ниже на 15,3 %, в 2016 г. – на 2,8 %.

Таким образом, созданная на территории Приморского края система мониторинга ВПР и ХП является достаточно эффективной. На основании ее данных разрабатываются и реализуются мероприятия по снижению младенческой и детской заболеваемости, инвалидности и смертности от данных видов патологии. Тем не менее совершенствование системы мониторинга ВПР и ХП в детских поликлиниках и стационарах, оказывающих помощь детям, позволит осуществлять ранее выявление семей группы повышенного риска по рождению ВПР и ХП с целью оказания им необходимой прегравидарной подготовки и пренатальной диагностики.

Список литературы

1. Анализ причин репродуктивных потерь и планирование деторождения в разрезе итогов пренатального консилиума и мониторинга врожденных и наследственных аномалий / С.В. Воронин, В.Г. Воронина, С.В. Ивашинникова, Е.В. Шутка, Е.М. Ибрагимова // Мать и Дитя – 2017: материалы XVIII Всероссийского научно-образовательного форума. – 2017. – С. 203–204.

2. О мониторинге врожденных пороков развития у детей: Приказ Минздрава РФ № 268 от 10.09.1998 г. [Электронный ресурс] // Гарант. – URL: http://base.garant.ru/4175040/ (дата обращения: 28.07.2018).

3. О совершенствовании проведения мониторинга врожденных пороков развития на территории Приморского края: Приказ Департамента здравоохранения Приморского края и Управления Роспотребнадзора по Приморскому краю № 405-0/115 от 12.08.2011 г. [Электронный ресурс] // Управление Роспотребнадзора по Приморскому краю. – URL: http://25.rospotrebnadzor.ru (дата обращения: 28.07.2018).

4. Состояние здоровья населения и организации здравоохранения на территории Приморского края в 2016 году [Электронный ресурс] // Департамент здравоохранения Приморского края. – URL: http://www.primorsky.ru/ (дата обращения: 28.07.2018).

Демографическая динамика Пермского региона и ее оценка

А.Д. Клейн[1], М.В. Глухих[2]

[1]Пермский филиал ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,
[2]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспоребнадзора, г. Пермь, Россия

Рассматриваются проблемы демографической ситуации Пермского края за последние 10 лет. Проанализированы показатели смертности, ожидаемой продолжительности жизни, естественный прирост, миграционный коэффициент. Установлен незначительный прирост населения (0,3–0,7 на 1000 населения), при этом наблюдается демографическая старость (34 % населения старше 50 лет) и отрицательный миграционный прирост ((–3)–(–46) на 10 000 человек). Выявлена и обоснована необходимость разработки и реализации краткосрочных и долгосрочных комплексных мер, направленных на изменение демографической ситуации в крае и соответствующих изменяющимся социально-экономическим условиям.

Ключевые слова: демография, население, ожидаемая продолжительность предстоящей жизни, смертность.

Численность населения является важным социально-экономическим показателем развития страны, при этом роль и основная задача социально-ответственного государства – сбережение народа и благополучие ее граждан [10]. Социально-экономические условия последних 30 лет привели к тому, что с 1996 по 2009 г. в Российской Федерации наблюдалась естественная убыль численности населения страны более чем на 6 млн человек, а в 2017 г. численность населения в трудоспособном возрасте сократилась почти на миллион [10]. Данная ситуация ограничивает экономический рост и развитие государства и требует неотложных мер по восполнению трудовых ресурсов через обеспечение устойчивого роста численности населения страны.

В связи с этим актуальным является вопрос разработки краткосрочных и долгосрочных комплексных мероприятий, региональных программ действий и проектов, направленных на стабилизацию демографической ситуации и ее улучшение. Так, для решения сложившейся демографической ситуации правительством страны реализуется «Концепция демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года», целью которой является стабилизация численности населения к 2015 г. на уровне 142–143 млн человек и создание благоприятных условий для ее повышения к 2025 г. до 145 млн человек, а также рост ожидаемой продолжительности жизни до 70 лет к 2015 г., до 75 лет – к 2025 г. [2]. Кроме того, повышение уровня и качества жизни является неотъемлемым условием достижения поставленной цели.

На региональном уровне в 2016 г. правительством Пермского края утвержден «План реализации в Пермском крае в 2016–2020 годах Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года», который включает

в себя комплекс основных направлений реализации концепции [5]. Вышеизложенное актуализирует необходимость динамической оценки демографической ситуации в Пермском крае.

Цель исследования – динамическая оценка демографической ситуации Пермского региона и поиск возможных путей решения существующей проблемы.

Материалы и методы. В ходе исследования была проанализирована численность населения Пермского края за период 2002–2016 гг., материалами послужили данные федеральных и территориальных органов статистики. Была произведена оценка демографических показателей (общие и специальные показатели естественного движения населения), таких как рождаемость, смертность, младенческая смертность, естественный прирост (убыль), миграционный прирост, ожидаемая продолжительность жизни.

Результаты и их обсуждение. К основным демографическим показателям принято относить общую численность населения, состав населения по полу, возрасту и т.д., показатели механического и естественного движения населения, в том числе рождаемость, смертность, естественный прирост, средняя продолжительность предстоящей жизни [3].

За последнее десятилетие в Пермском крае отмечаются положительные тенденции основных демографических показателей: стабильное снижение коэффициентов общей смертности (на 12,1 %), рост показателя рождаемости (на 16,5 %), что обусловлено реализацией мероприятий целевых программ федерального и краевого уровня (таблица).

Динамика медико-демографических показателей в Пермском крае за 2002–2017 гг. [4, 11, 12]

Год	Медико-демографические показатели, кол-во человек на 1000 населения					
	коэффициент рождаемости[1]	коэффициент смертности[2]	коэффициент младенческой смертности[3]	коэффициент естественного прирост (убыли)[4]	коэффициент миграционного прироста[4]	ОПЖ, лет
2002	10,7	17,4	13,9	–6,7	–1,3	62
2007	12,1	15,7	11,3	–3,6	–3,0	65
2008	13,0	15,6	10,1	–2,6	–2,5	66
2009	13,3	15,0	8,5	–1,7	–2,7	67
2010	14,1	15,3	8,1	–1,2	–4,6	67
2011	14,1	14,7	7,4	–0,6	–0,3	68
2012	14,8	14,2	8,5	0,6	0,7	68
2013	14,7	14,0	8,4	0,7	0,01	69
2014	14,7	14,0	7,6	0,7	–0,4	69
2015	14,7	14,2	5,9	0,5	–1,5	69
2016	14,1	13,8	5,8	0,3	–1,2	70

Примечание: 1 – число родившихся на 1000 человек населения;
2 – число умерших на 1000 человек населения;
3 – число детей, умерших в возрасте до года, на 1000 родившихся живыми;
4 – на 1000 человек населения.

Начиная с 2012 г., естественная убыль перешла критическую отметку и отразила незначительный естественный прирост населения (0,3–0,7 на 1000 на-

селения). При этом численность населения края за последние 10 лет сократилась на 96,5 тыс. человек [4].

Отмечается положительная динамика общего коэффициента смертности населения, который за период 2007–2016 гг. снизился на 13,2 % и составил в 2016 г. 13,8 ‰. В то же время за анализируемый период показатели смертности по краю превышали среднероссийский показатель на 6,4–9,2 %; среди субъектов РФ регион занимал в порядке убывания 37-е ранговое место и 8-е место – среди субъектов Приволжского федерального округа (ПФО) [1]. Структура смертности в крае за последнее десятилетие не претерпела существенных изменений: лидирующими причинами смертности продолжают оставаться болезни системы кровообращения (2016 г. – 50,1 %), новообразования (14,2 %) и внешние причины смертности (10,7 %). Наиболее неблагоприятными по данному показателю в регионе в 2016 г. являлись Гремячинский, Кизеловский, Кишертский, Кудымкарский и Юрлинский районы (20,8–25,6 ‰) [6].

Младенческая смертность за анализируемый период имела более интенсивные показатели снижения (почти в 2 раза). Наибольшие темпы снижения (более 70 %) по сравнению с 2014 г. отмечены в Чернушинском, Бардымском районах, г. Кунгуре [1, 4].

Ожидаемая продолжительность предстоящей жизни (ОПЖ), являясь функцией смертности и важнейшим базовым показателем благополучия граждан и страны (с учетом вектора вхождения России в клуб стран «80 плюс»), за последнее десятилетие выросла более чем на 7 лет, составив в 2016 г. для мужского населения 65 лет, для женского – 76 лет и 70 лет – для всего населения страны. Но, несмотря на явную положительную динамику, данный показатель существенно ниже среднероссийского (71,9 г.) и показателя развитых стран (79 – 84 года). Кроме того, в регионе отмечаются существенные гендерные различия по ожидаемой продолжительности предстоящей жизни, сопоставимые с общероссийской тенденцией, в 2016 г. различия в Пермском крае составили 11 лет [1, 8].

Согласно классификации типов возрастной структуры населения [3], с учетом удельного веса возрастных групп в общей численности населения, население Пермского края относится к регрессивному типу: по данным численности населения в 2016 г. удельный вес (доля) населения до 15 лет составила 19 %, от 15 до 49 лет – 47 %, для населения в возрасте 50 лет и старше – 34 %. Данный тип определяет депопуляцию населения края (уменьшение его численности) вследствие отрицательного естественного прироста (преобладания уровня смертности над рождаемостью) в определенные временные периоды (в частности до 2011 г.) При этом удельный вес населения в возрасте 60 лет и старше составляет более 20 %, что характеризует общество по степени развития процесса старения населения (по Э. Россет) как демографическую старость [3, 6, 9].

Миграция населения также является важным демографическим показателем, отражающим экономическую и инвестиционную привлекательность региона. Данные статистики свидетельствуют, что в целом по краю, за исключением 2012–2013 гг., отмечается отрицательный миграционный прирост населения – коэффициент миграционного прироста (–3)–(–46) на 10 000 человек. Исключение составляет г. Пермь, миграционный прирост в котором ежегодно составляет до 10 тыс. человек, что свидетельствует в основном о внутрирегиональном типе миграционного передвижения. Наибольшее число выбывших за пределы Пермского края выбирали для постоянного

места жительства Центральный, Северо-Западный, Южный и Уральский федеральные округа [4].

Представленные результаты статистического анализа свидетельствуют об эффективности реализуемой демографической политики на федеральном и региональном уровнях, однако требуется разработка краткосрочных и долгосрочных комплексных мер, соответствующих изменяющимся социально-экономическим условиям, для обеспечения демографического благополучия страны в целом и Пермского края в частности.

Повышение уровня и качества жизни является неотъемлемым условием достижения поставленной цели. На региональном уровне в 2016 г. правительством Пермского края утвержден «План реализации в Пермском крае в 2016–2020 годах Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года», который включает в себя комплекс основных направлений реализации концепции [11].

На наш взгляд, разработанный план включает в себя основные направления решения задачи улучшения демографической ситуации в крае путем плотного межведомственного взаимодействия и использования проектно-целевой модели достижения цели. В то же время концепция и план могут быть дополнены такими позициями, как повышение возраста старшего ребенка до 21 года при учете его в статусе многодетной семьи, расширения льгот для многодетных семей, увеличение количества мест в ДДУ ясельного возраста и пр.

Кроме того, учитывая, что приоритетным направлением в Стратегии национальной безопасности Российской Федерации [7] является повышение качества жизни россиян, которое рассматривается как интегральный показатель удовлетворенности населения материальными, социальными и духовными аспектами жизни, особого внимания требует разработка и активное внедрение адекватных мероприятий по повышению миграционной привлекательности Пермского края. Данные мероприятия могут быть направлены на улучшение качества и повышение уровня жизни населения за счет максимальной доступности комфортного жилья, безопасных и качественных товаров и услуг, повышения продовольственной безопасности, высокого уровня образования и здравоохранения, доступности спортивных сооружений, организации рабочих мест по востребованным специальностям, повышения социальной мобильности, оптимизации условий и повышения качества и оплаты труда, развития социальной, транспортной и инженерной инфраструктур для инвалидов, достойного пенсионного обеспечения и прочих направлений.

На основе проведенного анализа демографической ситуации в Пермском крае можно сделать следующие **выводы**:

1. Несмотря на положительную динамику общего коэффициента смертности населения, который за период 2007–2016 гг. снизился на 13,2 %, Пермский край превышает соответствующий среднероссийский показатель на 6,4–9,2 %. По-прежнему лидирующими причинами смертности продолжают оставаться болезни системы кровообращения (2016 г. – 50,1 %), новообразования (14,2 %) и внешние причины смертности (10,7 %).

2. Наблюдается интенсивное снижение такого показателя, как младенческая смертность, за период 2002–2016 гг. – почти в 2 раза, в ряде районов темпы снижения составили более 70 %.

3. Отмечается положительная тенденция увеличения ожидаемой продолжительности предстоящей жизни жителей Пермского края, которая достигла на сегодняшний день 70 лет, однако этот показатель до сих пор ниже среднероссийского (71 год) и развитых стран (79–84 лет). Сохраняются значительные гендерные различия по этому показателю.

4. Можно выделить положительный естественный прирост численности населения за последние 5 лет, но он незначителен (0,3 на 1000 человек населения). При этом доля лиц старше 50 лет составляет 34 %, что позволяет отнести население Пермского края к регрессивному типу и охарактеризовать его степень развития как демографическую старость.

5. Продолжается отрицательный миграционный прирост населения края (–1,2 за 2016 г.). В г. Перми миграционный прирост положительный за счет внутрирегионального типа миграционного передвижения.

6. Сложившаяся ситуация требует пристального внимания и дальнейшей разработки и внедрения эффективных краткосрочных и долгосрочных комплексных мер, соответствующих изменяющимся социально-экономическим условиям, для обеспечения демографического благополучия Пермского края в частности и страны в целом.

Список литературы

1. Демографический ежегодник России. 2017: стат. сб. / Росстат. – М., 2017. – 263 с.

2. Концепция демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года [Электронный ресурс]. – URL: http://www.demoscope.ru/weekly/knigi/koncepciya/koncepciya25.html (дата обращения: 16.06.2018).

3. Марченко Б.И. Здоровье на популяционном уровне: статистические методы исследования. – Таганрог: Сфинкс, 1997. – 432 с.

4. Муниципальные образования Пермского края. 2017. Статистический сборник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю (Пермьстат). – Пермь, 2017. – 163 с.

5. О реализации в Пермском крае в 2016–2020 годах Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года: Распоряжение Правительства Пермского края от 24.06.2016 N 176-рп [Электронный ресурс] // Гарант. – URL: http://base.garant.ru/43054886/ (дата обращения: 14.06.2018).

6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2017 году. – Пермь: Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», 2018. – 271 с.

7. О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации: Указ Президента РФ № 683 от 31.12.2015 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_191669/743474b198a4e9a6e9e181d9451aafc27185f735/ (дата обращения: 19.06.2018).

8. Официальная статистика по Пермскому краю. Население – ожидаемая продолжительность жизни при рождении: основные статистические показатели [Электронный ресурс]. – URL: http://permstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/permstat/resources/95b001804c89f8959a349b915ce0328a/2.4.html (дата обращения: 17.06.2018).

9. Пермский край в цифрах. 2017: краткий статистический сборник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю. – Пермь, 2017. – 180 с.

10. Путин В.В. Ежегодное Послание Президента Российской Федерации Федеральному Собранию (на 2018 год) [Электронный ресурс] // Президент России: официальный сайт. – URL: http://kremlin.ru/events/president/news/56957 (дата обращения: 22.06.2018).

11. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации 2008 – Пермский край: статистический сборник [Электронный ресурс]. – URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b08_14s/IssWWW.exe/Stg/p/07.htm (дата обращения: 15.06.2018).

12. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации 2012 – Пермский край: статистический сборник [Электронный ресурс]. – URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b12_14p/IssWWW.exe/Stg/d01/03-17.htm (дата обращения: 16.06.2018).

Мониторинг воздействий автотранспорта в крупном городе (на примере Волгограда)

Д.К. Князев, О.В. Зубарева, Н.В. Аброськина

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

Исследованы вопросы негативного влияния автотранспорта на население крупного города (на примере Волгограда), смоделировано рассеивание выхлопных газов и автотранспортного шума, идентифицированы вероятные поражаемые системы организма человека, оценены риски здоровью населения. На основании результатов исследований сформулированы варианты управления сложившимися рисками развития неблагоприятных эффектов для здоровья населения.

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг, анализ автотранспортных воздействий.

Высокие концентрации в селитебной зоне разнообразных химических соединений, содержащихся в выбросах автомобильного транспорта, а также шумовое загрязнение формируют существенные риски здоровью населения российских городов. Последствия негативного влияния выражаются в ежедневных недомоганиях, усталости, стрессах, аллергических реакциях горожан с перспективой развития и хронизации более серьезных нарушений здоровья. В городской среде негативные проявления существенно выше, в отличие от пригородной зоны или сельской местности. При этом уровни воздействий разнятся и постоянно меняются в зависимости от времени суток/года, архитектурно-планировочных и градостроительных решений, рельефа местности, наличия озеленения [5].

Загазованность воздушных масс влияет на рост экономических потерь в связи с повышением затрат на обслуживание и ремонт объектов капитального строительства, а также вредным воздействием на представителей животного и растительного мира [6]. Особенно остро стоит вопрос вредных воздействий на здоровье человека. Ученые отмечают стабильную зависимость показателей заболеваемости населения города от количества выбрасываемых автотранспортом вредных веществ и шумового дискомфорта.

Загрязнение городских территорий автотранспортными выбросами и повышенным уровнем звука актуально для Волгограда [2]. По данным натурных замеров Волгоградского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды в среднем за последние 5 лет фиксируются 0,16–0,22 % проб с превышением гигиенических нормативов (в том числе по формальдегиду, оксидам азота, окиси углерода), а в целом качество атмосферного воздуха характеризуется повышенным уровнем загрязнения (ИЗА = 5,4 в среднем за последние 5 лет). Кроме того, в рамках мониторинга физических факторов ФБУЗ ЦГиЭ в Волгоградской области стабильно фиксируются превышения допустимых уровней звука на прилагающих к магистралям селитебных территориях.

В рамках детальных исследований влияния автотранспорта на городскую застройку с применением положений [4] проведены исследования в 23 характерных точках на автомагистралях с определением основных характеристик транспортных потоков и оценкой зоны загрязнения выхлопными газами и повышенным уровнем звука (рис. 1, 2).

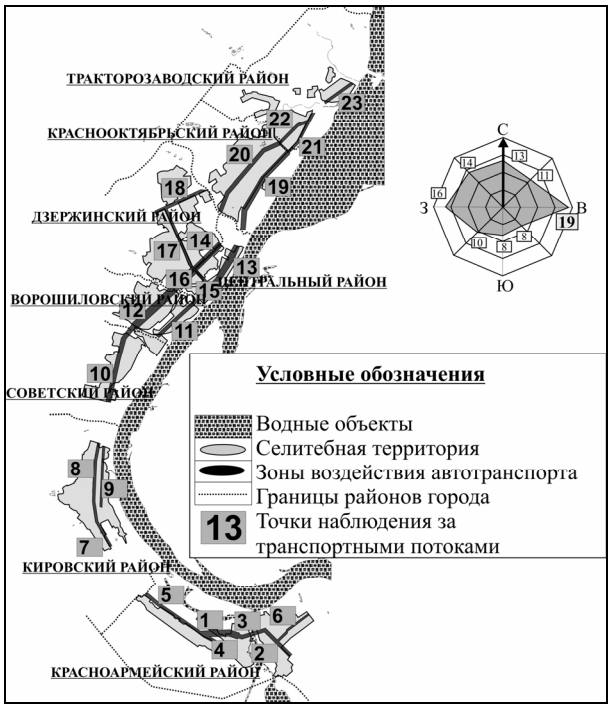
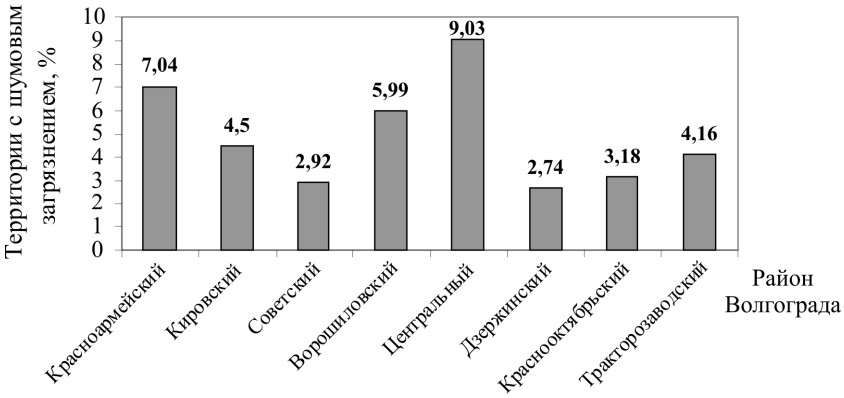
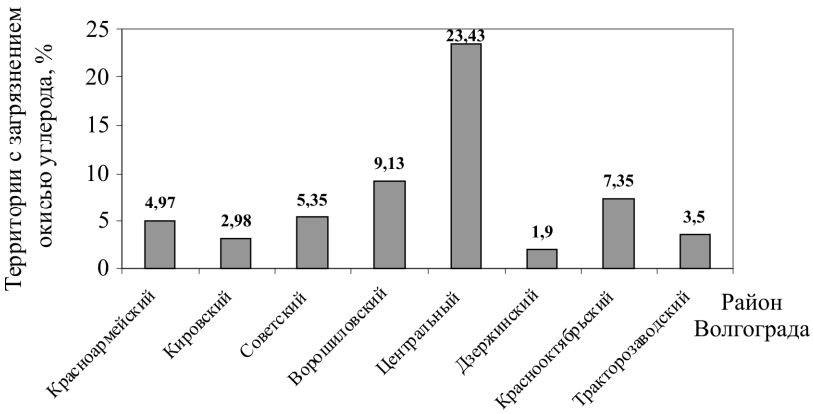


Рис. 1. Схема размещения точек контроля и зон автотранспортного загрязнения



а



б

Рис. 2. Распределение по районам города территорий (%), характеризующихся: *а* – шумовым загрязнением; *б* – загрязнением окисью углерода

Построение зон аэрохимического и акустического загрязнения от магистралей г. Волгограда с разными характеристиками автотранспортных потоков осуществлено в геоинформационном комплексе ArcGIS, что позволило идентифицировать жилую застройку и количество жителей, попадающих в зону превышения гигиенических нормативов (порядка 45 тыс. человек) [1]. Согласно положениям [3] у данной группы населения существует повышенный риск развития неблагоприятных эффектов в отношении органов дыхания, системы крови и кроветворных органов, системы кровообращения, центральной нервной системы, глаз, эндокринной системы, развития (пороки).

При оценке воздействия автомобильного транспорта в формировании шумовой картины Волгограда установлены соответствующие ареалы неблагополучия – от 35 до 110 метров от бордюра магистралей вглубь застройки. Отрицательное влияние автотранспорта в части аэрохимического загрязнения оценено от 32 до 183 метров от главных транспортных артерий.

Исследования содержания в почвах тяжелых металлов не выявили превышений гигиенических нормативов. Однако более высокие концентрации веществ отмечены на территориях вблизи магистралей с бóльшим процентом грузового транспорта в потоке (рис. 3).

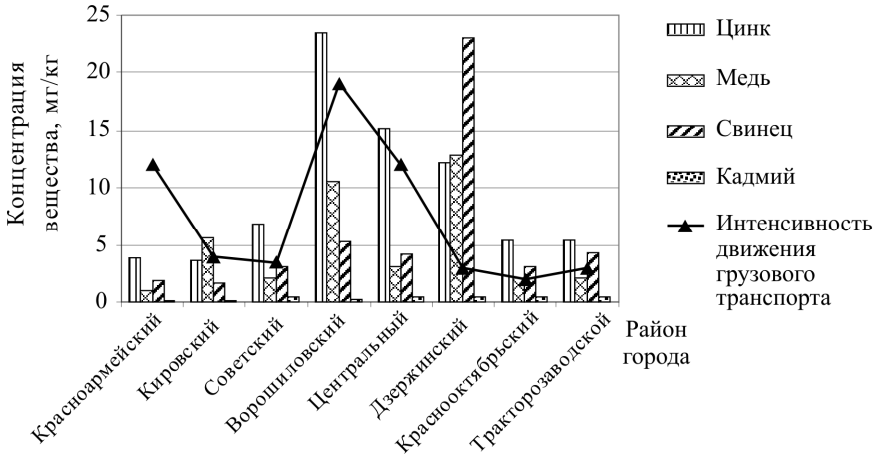


Рис. 3. Осредненные концентрации тяжелых металлов в почве

С целью подтверждения негативного влияния автомобильного транспорта на окружающую среду и здоровье населения проведен корреляционный анализ между уровнями воздействия на городские территории и показателями заболеваемости местного населения (таблица).

Результаты корреляционного анализа между факторами окружающей среды и экологически зависимыми болезнями

Фактор окружающей среды	Возрастной контингент	Поражаемые органы и системы организма											
		всего	органы дыхания	астма	система крови	новообразования	эндокринная система	система кровообр-я, в том числе повышение артер. давл.	система пищеварения	болезни кожи	атопический дерматит	мочеполовая система	врожденные пороки
СО	Взр.					0,65	0,54					0,53	
	Дети			0,90					0,42				
	Подр.	0,48	0,59	0,076			0,41	0,87	0,74		0,9		0,57
Шум	Взр.												
	Дети												
	Подр.							0,5					
Цинк	Взр.												
	Дети			0,48						0,43			
	Подр.			0,78	0,32		0,58	0,62	0,3	0,49	0,39		
Медь	Взр.				0,47								
	Дети	0,38	0,49					0,51		0,61			
	Подр.				0,45		0,65			0,65			
Свинец	Взр.				0,75								
	Дети		0,5							0,31			
	Подр.				0,34		0,42			0,38			
Кадмий	Взр.	0,39	0,64	0,34		0,49	0,47	0,38				0,38	
	Дети			0,43									
	Подр.									0,41	0,47		0,41

Из таблицы видно, что между показателями заболеваемости местного населения и уровнями загрязнения городской среды выявлены существенные прямые корреляционные связи.

Основными приоритетными мероприятиями по снижению уровня воздействия городского автомобильного транспорта являются:

– развитие системы озеленения примагистральных территорий, способных существенно снижать дальность рассеивания вредных выбросов в пределах городской застройки;

– развитие травяного озеленения в городе, ориентированного на сдерживание перемещения пылеватых частиц и тяжелых металлов вблизи почвенного покрова в период повышенных скоростей ветра, которые в годовом цикле для условий Волгограда составляют существенное количество времени;

– формирование системы шумозащитных экранов;

– формирование на примагистральных участках, на которых не рациональна установка шумозащитных экранов, плотной структуры зеленых насаждений с целью снижения шума и загазованности вблизи жилой застройки и зон отдыха населения;

– реализация архитектурно-планировочных и градостроительных решений, ориентированных на перераспределение транспортных потоков, минимизацию количества перекрестков.

Список литературы

1. Матвейко Р.Б. Методические основы геоинформационного обеспечения управления развитием территории: автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.23.22. – М., 2011. – 20 с.

2. О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2017 году: доклад / ред. колл.: В.Е. Сазонов [и др.]; Комитет природных ресурсов и экологии Волгоградской области. – Волгоград: ТЕМПОРА, 2018. – 300 с.

3. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

4. Сидоренко В.Ф. Теоретические и методологические основы экологического строительства: монография. – Волгоград: Изд-во ВолгГАСА, 2000. – 200 с.

5. Хайдуков Д.С., Тасалов К.А. Реализация концепции устойчивого развития в региональном управлении // Эффективное управление: сборник материалов I Научно-практической конференции, МГУ. – М.: Изд-во «Полиграф сервис», 2015. – 206 с.

6. Экологически устойчивое развитие городов: уч. пос. / Н.Н. Самойленко, В.Б. Байрачный, В.П. Шапорев, А. Каклаускас, Е.В. Кофанова и др.; под ред. Н.Н. Самойленко. – Харьков: Щедра садиба плюс, 2015. – 220 с.

Эколого-гигиенические аспекты оценки качества жизни населения урбанизированной территории

А.А. Кокоулина

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

Описаны основные подходы к оценке качества жизни населения. Проанализированы социально-гигиенические факторы среды обитания населения урбанизированных территорий, влияющие на качество жизни. Определено, что эколого-гигиенические составляющие качества жизни через среду обитания воздействуют прежде всего на состояние здоровья населения. На основе официально опубликованных данных Роспотребнадзора, Росприроднадзора и Росстата описаны приоритетные негативные факторы воздействия на здоровье россиян: химическое и физическое загрязнение среды обитания, в меньшей степени – биологическое. Сделаны выводы о важности разработки единого для Российской Федерации подхода к оценке качества жизни населения. Индекс качества жизни населения должен иметь оптимальное количество составляющих, быть применимым на практике органами власти. Важен его систематический расчет, мониторинг, декомпозиция.

Ключевые слова: качество жизни, эколого-гигиенические аспекты, урбанизированная территория, среда обитания.

Понятие «качество жизни» является интегральным показателем удовлетворенности населения материальными, социальными и духовными аспектами жизни.

В Российской Федерации задача повышения качества жизни россиян обозначена как один из национальных интересов на долгосрочную перспективу. В стратегии национальной безопасности страны повышение качества жизни предусматривается через развитие человеческого потенциала, удовлетворение материальных, социальных и духовных потребностей граждан, снижение уровня социального и имущественного неравенства населения[1].

Единого подхода к оценке качества жизни нет как на международном, так и на национальном уровнях. Эта категория определяется составляющими, которые зависят от цели использования показателя. Реально управляемым государством и при этом значимым аспектом является качество среды обитания населения, которое в свою очередь формируется экологическими и гигиеническими факторами.

Цель работы – выделение эколого-гигиенических аспектов оценки качества жизни населения урбанизированных территорий.

Материалы и методы. Для выделения эколого-гигиенических аспектов оценки качества жизни населения урбанизированных территорий изучены зарубежные и отечественные подходы к оценке качества жизни. Выделены основные группы факторов, влияющих на качество жизни населения. Проанализированы:

[1] О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации: Указ Президента РФ № 683 от 31.12.2015 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_191669/ (дата обращения: 18.05.2018).

государственные доклады «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в … году», государственные доклады «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в … году», данные Росстата за период 2012–2017 гг.; санитарное и природоохранное законодательство; публикации отечественных и зарубежных авторов.

Результаты и их обсуждение. Все подходы к формированию структуры качества жизни и расчет его составляющих опираются на две основные группы аспектов: объективные (измеримые компоненты – доход на душу населения, заболеваемость населения и т.д.) и субъективные (абстрактные понятия – удовлетворенность условиями проживания, свобода выбора и т.д.). Рассчитываемые индексы качества жизни различаются перечнем аспектов и/или относительным весом каждого из них в общем значении показателя.

Широко применяемые международные индексы (*Better Life Index* [18], *Quality of Life Index* [19]), российская методика оценки качества городской среды проживания[1] оценивают формирование качества жизни по основным группам показателей: состояние здоровья; семейная жизнь; общественная жизнь; материальное благополучие, доход; политическая стабильность и свобода; безопасность; климат и география; обеспеченность работой; качество окружающей среды; гендерное равенство; субъективная оценка удовлетворенности жизнью. По некоторым составляющим качество жизни пересекается с показателями «уровень жизни», «индекс человеческого развития» (*Human Development Index*)[2] [17].

Анализ разнообразных подходов [3, 4, 8, 9, 12–15] к изучению качества жизни указывает на значимость аспекта среды обитания (проживания), степени комфортности природной и общественной среды, а также субъективной составляющей.

Состояние среды урбанизированных территорий оказывает влияние на качество жизни значительного числа населения как по всему миру, так и на уровне государства. Процесс урбанизации характеризуется концентрацией населения и производства, социально-территориальными различиями между населенными пунктами, наращиванием искусственной сферы. Это обусловлено, прежде всего, темпами урбанизации. С середины 2000-х гг. преобладающая часть населения Земли живет в городах. Прогнозируется, что к 2050 г. население городов всего мира увеличится почти вдвое [20]. Доля городского населения России[3] на протяжении последнего десятилетия составляет 73–74 % [11]. При этом многие города страны отличаются относительно невысокой плотностью населения.

Для территории России характерны значительные разрывы в обеспечении эффективной урбанизации как равновесной устойчивой системы, сочетающей экономические преимущества с высокими социальными стандартами [4]. Поэтому в данной статье под урбанизированными территориями понимаются не только городские поселения, округа и районы с относительно высокой для страны плотностью населения, но и промышленно нагруженные сельские поселения, монопрофильные муниципальные образования.

---

[1] Об утверждении методики оценки качества городской среды проживания: Приказ Минрегиона России № 371 от 09.09.2013 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_152268/ (дата обращения: 18.05.2018).

[2] До 2013 г. – «Индекс развития человеческого потенциала» (ИРЧП).

[3] В среднем по стране.

Эколого-гигиенические составляющие качества жизни через среду обитания воздействуют прежде всего на состояние здоровья населения. По данным за 2017 г. комплексной химической нагрузке подвержено 82,9 млн россиян (56 % населения); биологической – 61,2 млн (42 % населения); нагрузке, связанной с воздействием физических факторов, – 52,1 млн (35 % населения) [7]. При этом негативное воздействие социально-гигиенических (химических, биологических, физических) факторов среды обитания характернее для городов, в том числе моногородов, и промышленно нагруженных сельских территорий [7][1]. Для них наиболее остро стоит проблема качества атмосферного воздуха, образования и накопления отходов, воздействия физических факторов неионизирующей природы (далее – физических факторов), обеспечения населения безопасной питьевой водой.

Качество атмосферного воздуха. При улучшении показателей качества атмосферного воздуха городских и сельских поселений страны уровень загрязнения атмосферы городских поселений стабильно выше, чем сельских. По данным Роспотребнадзора в 2017 г. доля проб атмосферного воздуха с превышениями максимальных разовых приземных концентраций ($ПДК_{мр}$) в городских поселениях составила 0,71 %, в сельских – 0,52 %. В 2017 г. превышения максимальных разовых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских поселений зарегистрированы в 70 субъектах Российской Федерации, сельских – в 50.

В период 2013–2017 гг. превышения гигиенических нормативов содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе чаще всего фиксируются вблизи автомагистралей (1,7–1,0 % проб), на стационарных постах (1,9–1,1 % проб), в зонах влияния промышленных предприятий (0,8–0,5 % проб).

Согласно данным Росприроднадзора в 2016 г. в 44 городах России (21 % городов) уровень загрязнения атмосферного воздуха характеризовался как высокий и очень высокий (ИЗА[2] > 7). Воздействию этого уровня загрязнения воздуха подвергалось 15 % городского населения и более в 22 субъектах Российской Федерации. В 147 городах средняя за год концентрация одного или нескольких веществ превышала ПДК. В городах 22 субъектов страны максимальная концентрация какого-либо вещества превышала 10 ПДК [5].

К эколого-гигиеническим аспектам, влияющим на качество атмосферного воздуха урбанизированных территорий Российской Федерации, можно отнести:

– выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников, автотранспорта, железнодорожного транспорта;

– использование на промышленных предприятиях, тепловых электростанциях, бытовых котельных и других производственных объектах технологий, не соответствующих требованиям наилучших доступных технологий;

– использование крупными предприятиями, тепловыми электростанциями, автономными источниками теплоснабжения, расположенными в Азиатской части России, угля и дров в качестве топлива;

---

[1] О внесении изменений в перечень монопрофильных муниципальных образований Российской Федерации (моногородов): Распоряжение Правительства РФ № 668-р от 16 апреля 2015 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_178479/ (дата обращения: 18.05.2018).

[2] ИЗА – индекс загрязнения атмосферы.

– использование транспортными средствами автомобильного топлива, не соответствующего требованиям экологических классов К4 и К5 по содержанию загрязняющих веществ;

– рост числа транспортных средств, эксплуатируемых в условиях плотной городской застройки;

– большое количество случаев возникновения неблагоприятных метеорологических условий, способствующих накоплению вредных (загрязняющих) веществ в приземном слое атмосферного воздуха (НМУ);

– ошибки в планировке и застройке населенных пунктов в зоне повышенного природного потенциала загрязнения атмосферы, приводящие к размещению жилых массивов при отсутствии свободной циркуляции воздуха.

Образование и накопление отходов. Для урбанизированных территорий характерно образование как производственных, в том числе опасных, отходов, так и отходов потребления. В Российской Федерации наблюдается тенденция к увеличению объема образующихся отходов. За период 2010–2017 гг. их количество выросло на 68 % (с 3,7 до 6,2 млрд тонн)[1] [10]. При этом наиболее интенсивно увеличивается объем образующихся отходов V класса опасности[2] (на 48 % за 2010–2016 гг.) [5], к которым также относятся твердые коммунальные отходы (ТКО). При доле ТКО в общем объеме образующихся отходов, равной 1 % [1] (примерно 62,21 млн тонн за 2017 г.), уровень их переработки достигает лишь 7,5 %. Тогда как для промышленных отходов это число составляет 60–62 %. По имеющимся данным на конец 2016 г. на территории страны накоплено и при этом учтено порядка 40,7 млрд тонн отходов [5]. Непереработанные твердые коммунальные отходы размещаются на полигонах и свалках, зачастую несанкционированных и/или расположенных на незначительном удалении от населенных пунктов.

Загрязнение коммунальными отходами поселений и близлежащих территорий, отсутствие эффективного механизма обращения с ТКО, изношенность и дефицит спецавтотранспорта и контейнеров для сбора отходов, отсутствие условий для мойки и дезинфекции контейнеров оказывают влияние на уровень загрязнения почвы. По данным Роспотребнадзора в Российской Федерации в 2017 г. в 4,84 % исследованных проб почвы селитебных территорий были зафиксированы превышения санитарно-химических показателей, в 5,73 % – микробиологических, в 1,01 % – паразитологических [7].

Кроме того, на состояние почвы урбанизированных территорий негативно влияют:

– выбросы промышленных предприятий;

---

[1] Следует иметь в виду, что на приведенные цифры и их динамику за рассматриваемые годы в определенной степени оказало воздействие улучшение первичного учета на предприятиях, укрепление отчетной дисциплины, расширение числа отчитывающихся объектов и ряд других факторов организационно-статистического характера (Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году»).

[2] Критерии отнесения отходов к I–V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду (утв. приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ № 536 от 4 декабря 2014 г.).

– увеличение числа автомобилей, сети автозаправочных станций, количества моек автомобилей, станций технического обслуживания, гаражей, автостоянок, загрязняющих почвы нефтепродуктами;

– неудовлетворительное состояние канализационных сетей;

– низкая эффективность мероприятий по снижению численности синантропных животных;

– отсутствие специальных площадок для выгула домашних животных.

Воздействие источников физических факторов неионизирующей природы. Влияние на население источников физических факторов неионизирующей природы более выражено на урбанизированных территориях, при этом актуальность вопроса повышается. Абсолютное большинство источников (до 98 %) являются сочетанными источниками разных физических факторов. В динамике с 2012 по 2017 г. отмечается тенденция к снижению удельного веса объектов, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям практически по всем показателям физических факторов. Однако удельный вес объектов, на которых выявлено несоответствие уровней физических факторов требованиям санитарного законодательства, в динамике за 3 года остается стабильно высоким: от 17,94 до 16,0 % – по уровню шума; от 12,6 до 12,1 % – по уровню вибрации; от 14,0 до 13,6 % – по уровню освещенности [7].

Наиболее значимым физическим фактором воздействия урбанизированной территории на среду обитания человека является шумовое воздействие. В 2017 г. Роспотребнадзором было расследовано около 15 тыс. жалоб населения на повышение уровня шума, 38 % из которых были обоснованы (отмечалось превышение санитарных норм по уровню шума) (в 2016 г. – 39,2 %) [7].

Основные жалобы жителей связаны с шумовым воздействием систем вентиляции и холодильного оборудования, системы кондиционирования и охлаждения, предприятий сферы обслуживания, торговли, общественного питания, отдыха и развлечения, отопительного оборудования, лифтов в жилых домах, строительных площадок, автомобильного, железнодорожного и авиационного транспорта.

Качество питьевой воды. В городских поселениях по сравнению с сельскими благоприятнее складывается ситуация обеспечения населения безопасной питьевой водой. Доля городского населения, обеспеченного питьевой водой надлежащего качества, за последние 5 лет стабильно составляет 95–96 %, сельского – 77–78 % [6, 7]. При этом городские поселения характеризуются наибольшими суммарными объемами сброса загрязненных стоков в природные водоемы [5]. Значительная часть загрязненных стоков приходится на коммунальные канализации. Всего на долю тридцати городов страны, крупнейших по величине сброшенных в поверхностные водоемы без какой-либо очистки и недостаточно очищенных стоков, за 2013–2016 гг. приходилось порядка 4,9–5,9 млрд м^3 (34–39 % от суммарного сброса загрязненных сточных вод в России) [5].

На качество питьевой воды, подаваемой населению урбанизированных территорий Российской Федерации, и воды водных объектов, используемых для водоснабжения населения и рекреационных целей, оказывают влияние следующие аспекты:

– ливневые и паводковые воды с прилегающих к водному объекту территорий, в том числе населенных мест;

– сточные воды после очистных сооружений хозяйственно-бытовой канализации, сбрасываемые в водные объекты в пунктах водопользования;

– загрязнение акваторий водных объектов водным транспортом;

– добыча полезных ископаемых открытым способом из рудников и карьеров;

– несоблюдение особого санитарно-эпидемиологического режима на территориях зон санитарной охраны источников питьевого водоснабжения и водоохранных зон, в частности, строительство в водоохранных зонах несанкционированных объектов;

– рекреационная деятельность;

– разливы нефти и нефтепродуктов в результате аварий и катастроф в промышленности, на транспорте и иных сферах экономической деятельности;

– эвтрофикация водоемов, связанная с постоянным смывом в водоемы биогенных элементов с территории водосборного бассейна;

– трансграничный перенос загрязняющих веществ с водой водных объектов из сопредельных с Россией государств;

– недостаточная эффективность применяемых технологий водоочистки, неэффективность транспортирования питьевой воды и пр.;

– высокая степень изношенности и аварийности распределительных водопроводных сетей, обусловливающих повреждение трубопроводов, нарушение герметичности сетей и вторичное загрязнение питьевой воды химическими веществами, микроорганизмами и вирусами, снижение пропускной способности трубопроводов, что представляет определенный риск здоровью населения.

Выводы. Подразделениями и организациями Роспотребнадзора, Росприроднадзора, Росстата за многолетний период накоплены значительные массивы разнообразных данных, позволяющих численно оценить и отследить в динамике эколого-гигиенические аспекты среды обитания населения урбанизированной территории.

Актуальной представляется разработка единого для Российской Федерации подхода к оценке качества жизни как населения урбанизированных территорий, так и всего населения страны через индекс, характеризующийся оптимальным количеством составляющих и применимый на практике органами законодательной и исполнительной власти. Также важен систематический расчет индекса качества жизни и его мониторинг в целом по стране, а также по регионам и муниципалитетам.

Несомненно, при формировании подхода к оценке индекса качества жизни нужно учесть наработанный опыт Российского союза инженеров и открытость методики расчета свойства привлекательности городов [2][1].

Для управления качеством жизни важны:

– учет как потенциала для величины индекса качества жизни, так и рисков по его снижению;

– декомпозиция индекса до показателей, реально управляемых государством;

– анализ эффективности и результативности действий по повышению индекса качества жизни.

При формировании списка аспектов индекса качества жизни целесообразно учитывать не только показатели, характеризующие исключительно Российскую Федерацию, но и принимать во внимание те, которые используются международным сообществом.

---

[1] Об утверждении методики оценки качества городской среды проживания: Приказ Минрегиона России № 371 от 09.09.2013 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_152268/ (дата обращения: 18.05.2018).

Для полной оценки качества жизни населения урбанизированных территорий важным является максимально полный учет групп аспектов качества городской среды: состояние природных и антропогенных объектов среды обитания; экономическая ситуация и муниципальные финансы; социальное самочувствие и др.

Объективная численная оценка некоторых из перечисленных аспектов с последующим управлением ими представляется через использование эколого-гигиенических показателей – оценки соблюдения санитарно-гигиенических, экологических требований и норм. К таким можно отнести: загрязнение атмосферного воздуха и воздуха внутри помещений; неудовлетворительное качество питьевой воды и воды водоемов; проблемы образования и накопления отходов; высокий уровень шумовой нагрузки; недостаточную степень озеленения территорий. Это особенно актуально для территорий, страдающих от отрицательных последствий урбанизации, которые негативно влияют на качество среды проживания, для малых городов, становящихся менее привлекательными для населения и инвесторов.

В качестве источников информации для расчета объективных показателей индекса качества жизни предпочтительно использовать массивы эколого-гигиенических, медико-демографических, эпидемиологических, социально-экономических данных, регулярно формируемые службами Роспотребнадзора (в рамках социально-гигиенического мониторинга), Росприроднадзора (в рамках экологического мониторинга), Росстата. Для качественного учета субъективных аспектов необходимы углубленные целенаправленные социологические исследования.

Оценка качества жизни населения урбанизированных территорий и, главное, повышение данного показателя становятся важными факторами конкурентоспособности как государства на международном уровне, так и регионов внутри страны. Деятельность по повышению качества жизни населения, в том числе урбанизированных территорий, способствует движению в направлении достижения целей устойчивого развития городов, в центре которого находятся все группы населения города [16, 20, 21].

Список литературы

1. Анализ российского рынка технических и бытовых отходов и переработки мусора: итоги 2017 г., прогноз до 2020 г. [Электронный ресурс] // NeoAnalytics. – URL: https: //marketing.rbc.ru/articles/10220/ (дата обращения: 27.08.2018).

2. Генеральный рейтинг привлекательности городской среды проживания (обитания) по итогам деятельности городов за 2012 год: пресс-релиз [Электронный ресурс] // Российский союз инженеров. – URL: http://xn-----flclaefgadgbl2ccdgivqface04a.xn--p1ai/generalnyy-reyting-kachestva-gorodskoy-sredy-prozhivaniya-obitaniya-po-rezultam-deyatelnosti-za-2012/ (дата обращения: 27.08.2018).

3. Жеребин В.М., Романов А.Н.. Качество жизни населения в контексте международных сопоставлений // Экономика и управление. – 2013. – № 6. – С. 86–93.

4. Ильина И.Н. Качество городской среды как фактор устойчивого развития муниципальных образований // Экономика и управление народным хозяйством. – 2015. – № 5 (164). – С. 69–82.

5. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году: Государственный доклад [Электронный ресурс] // Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. – URL: http://www.

mnr.gov.ru/docs/o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii/gosudarstvennyy_doklad_o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii_v_2016_/ (дата обращения: 27.08.2018).

6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2016 году: Государственный доклад [Электронный ресурс] // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – URL: http://rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=8345 (дата обращения: 27.08.2018).

7. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад [Электронный ресурс] // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – URL: http://www.rospotrebnadzor.ru/ documents/details.php?ELEMENT_ID=10145 (дата обращения: 27.08.2018).

8. Осипова А.А., Дмитриев В.В. Интегральные оценки качества жизни населения и качества городской среды г. Санкт-Петербурга // International Journal Of Experimental Education. – 2014. – № 3. – С. 96–102.

9. Парфенов В.Г. Методика изучения качества жизни населения региона // [Электронный ресурс] // Мир науки: научный интернет-журнал. – 2013. – № 3. – URL: https: //mir-nauki.com/PDF/05MN313.pdf (дата обращения: 27.08.2018).

10. Россия в цифрах: официальная статистика [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. – URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1135075100641 (дата обращения: 27.08.2018).

11. Численность населения: официальная статистика [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. – URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/# (дата обращения: 27.08.2018).

12. Azad A.F., Bostani M.K., Anvari M.R. Assessment of the life quality of urban areas residents (The case study of the city of Fahraj) // Journal of Engineering (IOSRJEN). – 2015. – Vol. 5, № 7. – P. 31–36.

13. Fahy F. Deriving Quality of Life Indicators in Urban Areas. A Practitioner's Guide [Электронный ресурс]. – URL: https://www.epa.ie/pubs/reports/research/econ/Galway21_Fahy_Guide.pdf (дата обращения: 27.08.2018).

14. Feneri A.-M., Vagiona D., Karanikolas N. Measuring Quality of Life (QOL) in Urban Environment: An Integrated Approach [Электронный ресурс] // Proceedings of the 13th International Conference on Environmental Science and Technology, Athens, Greece, 5–7 September 2013. – URL: https: //www.gnest.org/proceedings/cest2013/public_html/papers/0294.pdf (дата обращения: 27.08.2018)

15. Garau Ch., Pavan V.M.. Evaluating Urban Quality: Indicators and Assessment Tools for Smart Sustainable Cities [Электронный ресурс] // Sustainability. – 2018. – № 10. – P. 575. – URL: http://dx.doi.org/10.3390/su10030575 (дата обращения: 27.08.2018).

16. Habitat3 [Электронный ресурс]. – URL: http://habitat3.org/ (дата обращения: 27.08.2018).

17. Human Development Reports [Электронный ресурс] // United Nations Development Programme. – URL: http://hdr.undp.org/en/content/latest-human-development-index-coming-out-14-september-2018 (дата обращения: 27.08.2018).

18. OECD. Better Life Index [Электронный ресурс]. – URL: http://www.oecd-betterlifeindex.org/ru/ (дата обращения: 27.08.2018).

19. Quality of life [Электронный ресурс] // The Economist. – URL: https: //www.economist.com/media/pdf/QUALITY_OF_LIFE.pdf (дата обращения: 27.08.2018).

20. The New Urban Agenda [Электронный ресурс]. – URL: http://habitat3.org/the-new-urban-agenda/ (дата обращения: 27.08.2018).

21. WUF9 [Электронный ресурс]. – URL: http://wuf9.org/ (дата обращения: 27.08.2018).

Сезонные изменения видового состава микробиоценоза поверхностных водоемов г. Ростова-на-Дону

Е.А. Меньшикова, Д.А. Левченко, Е.М. Курбатова, И.В. Архангельская, М.М. Сагакянц, М.И. Ежова, М.В. Ренгач, В.Д. Кругликов, С.В. Титова

ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт» Роспотребнадзора, г. Ростов-на-Дону, Россия

Приведены результаты круглогодичного мониторинга водных объектов г. Ростова-на-Дону на *V. cholerae* nonO1/nonO139 и УПМ. Установлено, что основным из экологических факторов, влияющих на видовой состав, количественные показатели и на взаимоотношения в межмикробных ассоциациях микробиоценоза поверхностных водоемов, являются сезонные колебания температуры воды. Выявлена множественная устойчивость к антимикробным препаратам штаммов холерных вибрионов неO1/неO139 и доминирующих видов УПМ микрофлоры, выделенных в ходе мониторинга водных объектов окружающей среды. Совокупность полученных данных свидетельствует о необходимости дальнейшего изучения экологических аспектов патогенных и УПМ в природных экосистемах, механизмов появления антибиотикорезистентности штаммов как на фенотипическом, так и на молекулярно-генетическом уровне в связи с наличием риска здоровью населения.

Ключевые слова: мониторинг, микробиоценоз, поверхностные водоемы; *V. cholerae* nonO1/nonO139, антибиотикорезистентность.

Современные тенденции глобализации приводят к возникновению серьезных рисков для здоровья населения, связанных с проблемами обеспечения безопасности водных ресурсов, в том числе их интенсивным микробиологическим загрязнением в результате сброса сточных вод.

Вода открытых водоемов является естественной средой обитания разнообразных микроорганизмов, сосуществующих в виде сложных ассоциаций – микро-

биоценозов, количественные и качественные характеристики которых могут существенно изменяться в условиях антропогенного воздействия [3].

Ростов-на-Дону – десятый по количеству населения город России и административный центр Южного федерального округа, расположенный на берегу реки Дон [13]. Следует учитывать, что поверхностные водоемы г. Ростова-на-Дону подвергаются воздействию множества абиотических и биотических факторов. Кроме того, геофизические исследования отмечают климатические изменения в регионе, в частности, мягкие малоснежные зимы, рост температуры в весенне-осенний период и снижение количества осадков, что может оказать благоприятный эффект на развитие патогенной микрофлоры [10].

Целью работы явилось изучение влияния сезонных колебаний температуры на видовой состав микробиоценоза природных водоемов г. Ростова-на-Дону и определение антибиотикорезистентности выделенных штаммов.

Материалы и методы. В работе использовали результаты мониторинговых исследований проб воды в двух стационарных точках г. Ростова-на-Дону: рек Дон и Темерник в местах сброса аварийных стоков и неорганизованного водопользования, с мая 2017 г. по май 2018 г. В весенне-осенний период забор проб проводили еженедельно, осенью, зимой и весной периодически – один раз в сезон. Температуру воды измеряли непосредственно перед забором проб в водоеме. Выделение и идентификацию микроорганизмов проводили в соответствии с действующими нормативными документами [7–9]. Для родовой и видовой идентификации микроорганизмов использовали программно-аппаратный комплекс MALDI Biotyper, масс-спектрометрический анализ проводили с использованием MALDI-TOF масс-спектрометра Microflex (Bruker Daltonics, Германия), для записи, обработки и анализа масс-спектров использовали программное обеспечение фирмы Bruker Daltonics (Германия): flexControl 2.4 (Build 38) и flexAnalysis 2.4 (Build 11) [11, 16]. Серологическую идентификацию холерных вибрионов неO1/неO139-серогрупп проводили с помощью набора сывороток диагностических холерных неO1/неO139-серогрупп моноспецифических кроличьих против типовых штаммов холерных вибрионов O2-O84-серогрупп в реакции слайд-агглютинации [1, 2]. Штаммы холерных вибрионов неO1/неO139-серогрупп и доминирующие виды условно-патогенных микроорганизмов (УПМ), выделенные в ходе микробиологического мониторинга, были протестированы дискодиффузионным методом на чувствительность/устойчивость к антибактериальным препаратам, рекомендованным МУК 4.2.2218-07 [8].

Доверительные интервалы (ДИ) для частот и долей рассчитывали по методу Вальда с коррекцией по Агрести – Коуллу с вероятностью 95 % [4]. Статистическую обработку полученных результатов данного исследования проводили с помощью компьютерной программы Statistika (StatSoftRussia) и с использованием параметрических методов с вычислением средних арифметических, среднего квадратичного отклонения, ошибок средних. Расчет и достоверность коэффициента корреляции оценивали с помощью метода Спирмена для установления наличия и тесноты связи. Качественную силу связи между явлениями оценивали по величине значений коэффициентов корреляции [5].

По направленности связь оценивали как прямую или обратную. Если при увеличении (или уменьшении) одного явления наблюдалось увеличение (уменьшение) другого, связанного с ним явления, то связь оценивалась как прямая, и коэффициент

корреляции был со знаком «плюс». Если с увеличением одного явления другое уменьшается, связь – обратная, и коэффициент корреляции – со знаком «минус».

Результаты и их обсуждение. В ходе проведения мониторинговых исследований микробиоценоза воды поверхностных водоемов г. Ростова-на-Дону в период с мая 2017 г. по май 2018 г. было выделено и идентифицировано 26 родов и 39 видов микроорганизмов.

Анализ полученных данных показал, что микробиоценоз исследуемых водоемов значительно изменялся в зависимости от сезона и температуры воды. Стоит отметить, что в весенне-летний период 2017 г. погода была не характерной для региона, а именно: в мае и июне шли ливневые дожди, кроме того, средняя температура в реках Дон и Темерник колебалась от 15 ° до 21 °С и от 16 ° до 23 °С соответственно.

Общее микробное число (ОМЧ) зависело от температуры воды, сезона и колебалось в реках Дон и Темерник (по средним количественным данным) от максимальных значений – 3000 мк/мл при температуре воды 21 °С (июль 2017 г.) до минимальных – 135 мк/мл при 4 °С (март 2018 г.). На рис. 1 видна убывающая линия тренда, т.е. тенденция пропорционального снижения температуры воды и общего микробного числа.

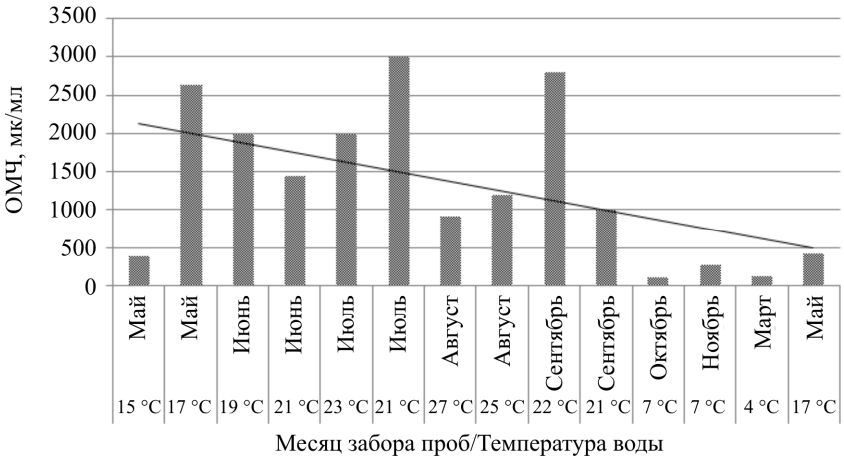


Рис. 1. Динамика определения ОМЧ в стационарных точках – р. Дон, правый берег, Державинский спуск, и р. Темерник, Ботанический сад, у моста (2017–2018 гг.)

В процессе проведения дальнейшего анализа нами были установлены представители доминирующих микроорганизмов. При температуре воды 15 °С (май 2017 г.) в пробах воды из реки Дона доминировали представители семейства *Enterobacteriaceae* – 68,2 % (*Escherichia coli*, *Enterobacter cloacae*, *Serratia odorifera, Klebsiella pneumonia*) и *Bacillaceae* – 30,8 % (*Exiguobacterium aurantiacum*). Среди других изолированных микроорганизмов обнаруживались представители таких семейств, как *Moraxellaceae* (*Acinetobacter schindleri), Lactobacillaceae* (*Lactobacillus mucosae*) и *Micrococcaceae* (*Artrobacter crystallopietes*) (табл. 2). Вместе с тем в этот же период в реке Темерник при 16 °С представители семейства *Enterobacteriaceae*

составили 78,0 % от общего количества выделенных микроорганизмов (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Citrobacter freundii*), остальной бактериопланктон составляли *Halomonadaceae (Halomonas aquamarina), Bacillaceae* (*Exiguobacterium aurantiacum*), *Moraxellaceae* (*Acinetobacter lwoffii*). По нашему мнению, такое соотношение микроорганизмов связано с ливневыми дождями и несанкционированным сбросом сточных вод.

Установлено, что при повышении температуры воды выше 17 °С в обоих водоемах доминировали представители рода *Aeromonas (A. caviae,, A. veronii, A. hydrophila, A. media*) – от 50,0 до 72,2 % от ОМЧ в пробе. В таких экологических условиях штаммы *V. cholerae* nonO1/nonO139 не выделялись. Однако при повышении температуры воды от 23 до 27 °С в июле 2017 г. произошла смена доминирующих видов бактериального сообщества. При этом представители рода *Aeromonas* составили менее 50,0 %. Обнаружено, что в августе доминировал род *Acinetobacter* (*A. lwoffii*, *A. junii, A. haemolyticus, A. Schindleri*), в это же время из исследуемых точек (рек Дон и Темерник) параллельно выделяли штаммы *V. cholerae* non-01/non-0139.

Известно, что холерные вибрионы non-01/non-0139-серогрупп являются возбудителями острых кишечных инфекций [14, 15, 19]. Несмотря на редкую причастность штаммов *V. cholerae* non-01/non-0139 к крупным вспышкам, они занимают определенное место в этиологии гастроэнтеритов во всем мире и представляют потенциальную угрозу здоровью населения нашей страны. Будучи лучше приспособленными к персистенции в объектах окружающей среды (в сравнении с изолятами *V. cholerae* O1), штаммы *V. cholerae* non-01/non-0139 даже в условиях умеренного климата служат природными резервуарами генов факторов патогенности, которые могут передавать другим холерным вибрионам [6, 12, 17, 18]. Культуры *V. cholerae* non-01/non-0139, изолированные в ходе мониторинга водных объектов г. Ростова-на-Дону, не содержали в своем геноме *ctxAB*- и *tcpA*-генов. При проведении серотипирования выделенных штаммов холерных вибрионов non-01/non-0139 установлено, что в реках Дон и Темерник в 2017 г. циркулировали представители пяти серогрупп: O67, O76, O7, O53 и O16, среди которых преобладали вибрионы O16- и O76-серогрупп.

Понижение температуры воды до 19 °С в реках Дон и Темерник в сентябре 2017 г. привело к очередной смене микробиоценоза в сторону доминирования микроорганизмов рода *Aeromonas,* причем штаммы *V. cholerae* non-01/non-0139 продолжали выделяться из исследуемых проб. При дальнейшем понижении температуры воды в реках Дон и Темерник до 16 °С в сентябре, 7–8 °С – в октябре, 7 °С – в декабре и 4–5 °С – в марте в пробах воды из исследуемых точек по-прежнему доминировали представители рода *Aeromonas* (65 и 88 % от ОМЧ соответственно). В этот период результаты исследования проб воды из вышеуказанных водоемов на наличие холерных вибрионов были отрицательны.

В осенне-зимний период нами обнаружены новые виды микроорганизмов, которые не выделялись из поверхностных водоемов г. Ростова-на-Дону при температуре выше 16 °С. Так, при 7 °С из воды реки Дон изолированы и идентифицированы следующие культуры: *Aeromonas euerenophila, Listeria graui, Novosphingobium resinovorum, Arthrobacter pyridinolis, Propioniferax innocua, Lactobacillus brevis, Shewanella baltica, Pseudomonas boreopolis;* из реки Темерник – *Corynebacterium xerosis, Yersinia enterocolitica, Pseudomonas flavesceus, Lelliottia amnigena, Filifactor villous, Bacillus subtilis* (табл. 1, 2).

В процессе дальнейшей работы представлял интерес анализ взаимоотношений между температурой и ОМЧ в пробах из стационарных точек. При изучении непараметрических критериев – коэффициентов корреляции рангов по методу Спирмена – нами была установлена прямая достоверная ($p \geq p_{0,99}$) корреляционная связь между показателями температуры воды и ОМЧ. Показано, что при увеличении температуры воды происходит увеличение количественного показателя, отражающего общее содержание микроорганизмов в 1 мл исследуемой воды.

Что касается стационарной точки отбора проб воды – р. Темерник, Ботанический сад, у моста, то зафиксирована аналогичная взаимосвязь между температурой воды и ОМЧ с достоверностью 95 % ($p \geq p_{0,95}$). В мае 2018 г., в отличие от этого же периода в 2017 г. (май–июнь, ливневые дожди), стояла прохладная, но сухая погода. Температура воды в реке Дон в момент отбора проб была 17 °С, в реке Темерник – 16 °С. Общее микробное число в р. Дон составляло 430 мк/мл – в р. Темерник 680 мк/мл. В этот период доминировали в обеих исследованных точках представители рода *Aeromonas,* однако, следует отметить, что процентная составляющая этих микроорганизмов была гораздо ниже, чем в мае 2017 г., и составляла всего в р. Дон 44 %, а р. Темерник 30 % от общего числа выделенных и идентифицированных микроорганизмов.

Мониторинговые исследования поверхностных водоемов в течение года позволили установить доминирующие виды микроорганизмов: *Aeromonas, Acinetobacter*, *Escherichia coli*, *Exiguobacterium,* относящиеся к УПМ, которые в определенных условиях могут вызывать заболевания человека, то есть обусловить риск здоровью населения.

Одним из важнейших аспектов фенотипической характеристики условно-патогенных микроорганизмов, выделенных из поверхностных водоемов крупного мегаполиса, является их резистентность к антимикробным препаратам (АМП) [2]. Нами была произведена репрезентативная выборка условно-патогенных микроорганизмов, выделенных в ходе мониторинга из поверхностных водоемов г. Ростова-на-Дону, состоящая из 26 видов (доверительный интервал 14,76–37,24, достоверность 95 %). АМП выбора явились группы: левомицетины (левомицетин), аминогликозиды II поколения (гентамицин), цефалоспорины I поколения (цефалексин), тетрациклины (доксициклин), пенициллины (ампициллин), фторхинолоны II поколения (ципрофлоксацин). Антибиотикограммы исследуемых микроорганизмов показали, что представители рода *Aeromonas,* циркулирующие в водоемах круглый год, были чувствительны к левомицетину (100 %), гентамицину (75 %), доксициклину (75 %), цефалексину (75 %), ципрофлоксацину (75 %) и устойчивы к ампициллину (100 %), культуры, относящиеся к роду *Acinetobacter*, – чувствительны к левомицетину (100 %), гентамицину (100 %), доксициклину (100 %), ципрофлоксацину (100 %), промежуточно устойчивы к цефалексину (66,7 %) и устойчивы к ампициллину (100 %). Представляет интерес штамм *V. cholerae* nonO1/non O139 № 15, изолированный в 2018 г. из р. Темерник, Ботанический сад, у моста, который обладал устойчивостью к 66,7 % АМП, а именно: левомицетину, гентамицину, ампициллину и ципрофлоксацину. Установлено, что наибольшее количество выделенных из ООС микроорганизмов обладало устойчивостью к ампициллину (61,6 %), а также по 11,5 % к гентамицину и цефалексину (рис. 2).

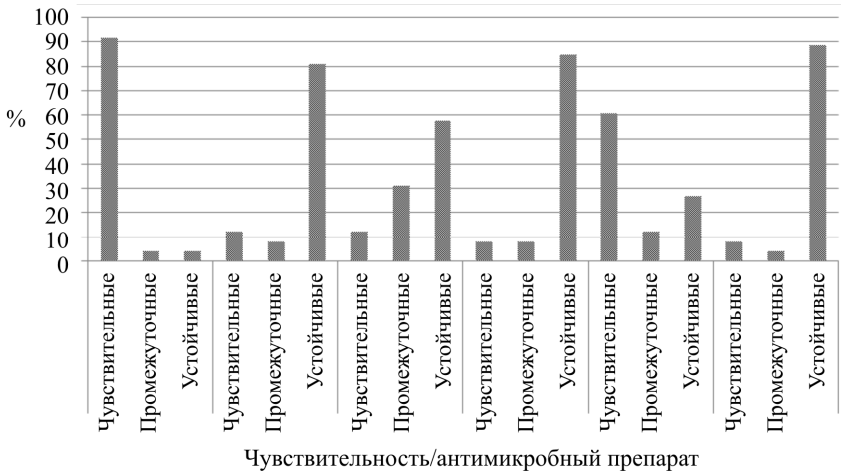


Рис. 2. Чувствительность/устойчивость к антибактериальным препаратам микроорганизмов, выделенных в ходе мониторинга. Тестируемые микроорганизмы: *Vibrio cholerae nonO1/non O139, Vibrio cholerae nonO1/non O139 № 15, Aeromonas hydrophila, Aeromonas veronii, Aeromonas caviae, Aeromonas media, Acinetobacter lwofii, Acinetobacter junii, Acinetobacter haemolyticus, Escherichia coli, Enterobacter cloacae, Pseudomonas nitroreduceus, Corynebacterium ulcerous, Hemophilius parainfluenzae, Citrobacter freundii, Bacillus pumilus, Exigobacterium auranticum, Thauera aminoaromatica, Lactobacillus kalixensis, Lactobacillus mucosae, Pichia occidentalis, Arthrobacter crystallopietes, Halomonas aquamarina, Clostridium tetrium, Aerococcus viridans, Leclercia adecarboxylata.*

Таблица 1

Микробиологические характеристики реки Дон г. Ростова-на-Дону за период 2017–2018 гг.

Месяц забора проб	Температура воды, °С	PH воды	ОМЧ, мк/мл	Микробиологические характеристики						
				Род Aeromonas	%	Сем. *Entero-bacteriaceae*	%	Другие микро-организмы	%	*V. cholerae*
Май	15	7,0	400	–		*Klebsiella pneumoniae*	9,0	*Exiguobacterium aurantiacum*	31.8	–
						Serratia odorifera	9.1			
						Enterobacter cloacae	9.1			
						Escherichia coli	41			
	17	7,0	2640	*A. veronii*	50	*Escherichia coli,*	12	*Bacillus pumilus*	25	–
								Acinetobacter lwoffii	13	
Июнь	19	7,0	2000	*A. veronii*	72,2	*Escherichia coli,*	27,7	–		–
	21	7,0	1460	*A. veronii*	50	*Raoultella ornithinolytica*	*8*	*Staphylococcus cohnii*	8	*V. cholerae* non-01/ non-0139

Окончание табл. 1

Месяц забора проб	Температура воды, °С	PH воды	ОМЧ, мк/мл	Микробиологические характеристики						
				Род Aeromonas	%	Сем. *Entero-bacteriaceae*	%	Другие микроорганизмы	%	*V. cholerae*
Июль	23	7,0	2000	*A. veronii, hydrophila, caviae*	14	*Escherichia coli,*	24	*Acinetobacter lwoffii*	*29*	*V. cholerae* non-01/ non-0139
						Enterobacter cloacae	*32*			
	21	7,0	3000	*A.veronii, hydrophila, caviae*	61	*Escherichia coli*	14	*Bacillus pumilus*	*9*	–
								Exiguobacterium aurantiacum	*15*	
Август	27	7,0	920	*A. veronii, hydrophila, .caviae,*	37	*Escherichia coli,*	7	*Exiguobacterium aurantiacum*	10	*V. cholerae* non-01/ non-0139
								Acinetobacter lwoffii	*45*	
	25	7,0	1200	*A. veronii, hydrophila, caviae*	51	*Escherichia coli*	9	*Exiguobacterium aurantiacum*	40	*V. cholerae* non-01/ non-0139
Сентябрь	22	7,0	2800	*A. veronii, A.hydrophila, A.caviae*	60	*Enterobacter cloacae*	15	*Exiguobacterium aurantiacum*	10,5	*V. cholerae* non-01/ non-0139
						Escherichia coli	10			
	21	7,0	1000	*A. veronii, hydrophila, caviae*	35,7	*Klebsiella pneumoniae*	7	*Acinetobacter lwoffii*	21,4	*V. cholerae* non-01/ non-0139
								Exiguobacterium aurantiacum	14	
								Listeria graui.	7	
Октябрь	7	6,8	108	*A. veronii, hydrophila, caviae*	71	*Escherichia coli,*	9	*Novosphingobium resinovorum*	6	–
						Proteus mirabilis, vulgaris	14			
Декабрь	7	7,0	280	*A. caviae, veronii, hydrophila, euerenophila, jundaei*	45			*Shewanella putrefaciens, baltica*	25	–
								Lactobacillus brevis	4	
								Arthrobacter pyridinolis	4	
								Propioniferax innocua	4	
								Pseudomonas boreopolis	12,5	
Март	4	6,8	135	*A. veronii, hydrophila, .caviae*	65	*Escherichia coli*	20	*Lactobacillus brevis*	3	–
								Pseudomonas boreopolis	10	
								Shewanella putrefaciens, baltica	2	
Май	17	6,8	430	*A. veronii, hydrophila,*	44	*Enterobacter cloacae*	5	*Bacillus pumilus*	6	*V. cholerae* non-01/ non-0139
						Escherichia coli	10	*Acinetobacter lwoffii*	35	

Таблица 2

Микробиологические характеристики реки Темерник г. Ростова-на-Дону за период 2017–2018 гг.

Месяц забора проб	Температура воды, °С	РН воды	ОМЧ, мк/мл	Микробиологические характеристики						
				Род Aeromonas	%	Сем. *Enterobacteriaceae*	%	Другие микроорганизмы	%	*V. cholerae*
Май	16	7,0	400	–	–	*Klebsiella pneumoniae*	*20*	*Halomonas aquamarina*	10	
						Escherichia coli	*40*	*Exiguobacterium aurantiacum*	10	
						Citrobacteri freundi	18	*Acinetobacter lwoffii*	2	
	19	7.0	2160	*A. vero16nii, hydrophila*	54	*Citrobacter braakii*, freundii	7.6	*Acinetobacter towneri*	2,5	–
						Enterobacter cloacae	2,5	*Bacillus pumilus*		
								Leclercia adecarboxylata	*2.5*	
Июнь	20	7,0	2800	*A. veronii, hydrophila, salmonicida, media*	56	*Escherichia coli*	*25*	–		–
						Citrobacter braakii	*9*			
						Enterobacter cloacae	*5*			
	23	7,0	1240	*A. veronii, hydrophila, salmonicida, media*	50	*Citrobacteri* freundi	*2*	*Shewanella putrefaciens*	4	*Vibrio cholerae* non-01/0139
						Escherichia coli	*25*	*Acinetobacter lwoffii*	10	
Июль	20	7,0	2000	*A. veronii, hydrophila, caviae*	14	*Escherichia coli*	16	*Acinetobacter lwoffii*		–
						Enterobacter cloacae	*28*			
	22	*7,0*	*3000*	*A. veronii, hydrophila, caviae*	50	*Escherichia coli*	17	*Exiguobacterium aurantiacum*	*3,5*	*Vibrio cholerae* non-01/0139
								Bacillus pumilus	*3,5*	
Август	27	7,0	1800	*A.veronii, hydrophila*	55	*Klebsiella pneumoniae*	20	*Acinetobacter lwoffii*	20	*Vibrio cholerae* non-01/0139
						Escherichia coli	5	*Exiguobacterium aurantiacum*	40	
								Acinetobacter lwoffii	*49*	
	25	7.0	1560	*A.veronii, hydrophila, caviae*	58	*Escherichia coli*	30	–	–	*Vibrio cholerae* non-01/0139
						Enterobacter cloacae	7			
Сентябрь	21	7,0	3200	*A.veronii, hydrophila, caviae*	51	*Citrobacter amalonatikus*	11	*Acinetobacter lwoffii towneri*	*26*	*Vibrio cholerae* non-01/0139
						Escherichia coli	*12*			

Окончание табл. 2

Месяц забора проб	Температура воды, °С	РН воды	ОМЧ, мк/мл	Микробиологические характеристики						
				Род Aeromonas	%	Сем. *Enterobacteriaceae*	%	Другие микроорганизмы	%	*V. cholerae*
	16	7,0	1000	*A.veronii, hydrophila, caviae*	65	*Escherichia coli*	20	*Clostridium novyi*		
						Enterobacter cloacae	5			
Октябрь	8	7,0	120	*A.veronii, hydro-phila, caviae*	55	*Escherichia coli*	8	*Acinetobacter lwoffii*	13	–
						Enterobacter cloacae	2	*Bacillus pumilus*	10	
								Corynebacterium xerosis	5	
								Pseudomonas congelans, balearica	5	
Декабрь	7	7,0	348	*A.veronii, hydrophila, caviae*	51	*Yersinia enterocolitica*	4	*Filifactor villous*	7	–
						Citrobacteri freundi	4			
						Leclercia adecarboxylata	6	*Bacillus subtilis*	6	
								Acinetobacter lwoffii, towneri	9	
								Pseudomonas flavesceus	9	
								Lelliottia amnigena	4	
Март	5	6,8	830	*A. caviae, veronii, hydro-phila, eucreno-phila*	*88*	*Escherichia coli*	8	–		–
						Pseudomonas flavesceus	*4*			
Май	16	6,8	680	*A. veronii, ichthios-mia*	30	*Escherichia coli*	20	*Bacillus pumilus*	20	*V. chol-erae* non-01/ non-0139
						Enterobacter asburiae	10	*Haemophilus parainfluenzae*	5	
								Porphyromonas lenii	5	
								Acinetobacter towneri	10	

Выводы. Таким образом, цикличность обнаружения холерных вибрионов в водоемах г. Ростова-на-Дону – это результат тесной взаимосвязи их жизнедеятельности с сезонными изменениями окружающей среды. Характеристика этой среды складывается из многочисленных экологических факторов, важнейшим из которых является температура, сезонные колебания которой влияют не только на состав и концентрацию микроорганизмов, но и на взаимоотношения в межмикробных ассоциациях. Мониторинговые исследования позволили установить, что представители семейства *Aeromonadaceae*, относящиеся к УПМ, циркулируют в поверхностных водоемах г. Ростова-на-Дону в течение года: чем ниже температура воды, тем выше процент выделения аэромонад.

При повышении температуры воды выше 21 °С в пробах из исследованных стационарных точек концентрация представителей рода *Aeromonas* снижалась. В это время из проб воды выделяли *V. cholerae* non-01/non-0139. Кроме того, холерные вибрионы являются сочленами сложных водных экосистем, и любые изменения в гидробиоте под воздействием температуры или других факторов также могут вызывать изменения экологии этих патогенных бактерий – обитателей водной среды. Определение чувствительности/резистентности к антибактериальным препаратам штаммов *V. cholerae* и доминирующих видов условно патогенных микроорганизмов, циркулирующих в водных экосистемах крупного города и подвергающихся антропогенному воздействию, является неотъемлемой задачей микробного мониторинга. В результате проведенных исследований была выявлена множественная антибиотикорезистентность к АМП микроорганизмов, циркулирующих в поверхностных водоемах г. Ростова-на-Дону, что в целом говорит о существующих рисках здоровью населения. Полученные результаты круглогодичного мониторинга поверхностных водоемов на наличие *V. cholerae* non-01/non-0139 и УПМ, обитающих в водоемах, свидетельствуют о необходимости дальнейшего изучения как экологии этих микроорганизмов, так и механизмов появления их антибиотикорезистентности на фенотипическом и на молекулярно-генетическом уровне.

Список литературы

1. Авдеева Е.П. Совершенствование метода серологической идентификации холерных вибрионов не О1/не О139 серогрупп: автореф. дис. … канд. мед. наук по специальности: 03.02.03. – Саратов, 2006. – 23 с.

2. Авдеева Е.П., Мазрухо Б.Л., Ишина Е.В. Оценка метода серологической идентификации *Vibrio cholerae* не О1 // Журнал микробиологии. – 2011. – № 4. – С. 75–78.

3. Гетерогенность микробных сообществ поверхностных водоемов по показателям антибиотикорезистентност и бактерий / Е.В. Анганова, Е.Д. Савилов, М.Ф. Савченков, Н.Н. Чемезова // Гигиена и санитария. – 2014. – № 4. – С. 19–22.

4. Гржибовский А.М. Доверительные интервалы для частот и долей // Экология человека. – 2008. – № 5. – С. 57–60.

5. Методические разработки для учебных ординаторов медицинских институтов Статистические методы в здравоохранении и медицине. – Ростов-на-Дону, 1978. – 109 с.

6. Монахова Е.В., Архангельская И.В. Холерные вибрионы неО1/неО139 серогрупп в этиологии острых кишечных инфекций: современная ситуация в России и в мире // Проблемы особо опасных инфекций. – 2016. – № 2. – С. 14–23.

7. МУК 4.2.1884-04. Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов: методические указания. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 89 с.

8. МУК 4.2.2218-07. Лабораторная диагностика холеры: методические указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2007. – 87 с.

9. МУК 4.2.2870-11. Порядок организации и проведения лабораторной диагностики холеры для лабораторий территориального, регионального и федерального уровней: методические указания. – М. Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 83 с.

10. Панов В.Д., Лурье П.М., Ларионов Ю.А. Климат Ростовской области: вчера, сегодня, завтра: монография. – Ростов-на-Дону, 2006. – 488 с.

11. Применение MACC-спектрометрического метода MALDI-TOF для межвидовой дифференциации близкородственных вибрионов / Н.Р. Телесманич, С.О. Чайка, С.Ю. Водяницкая, О.С. Чемисова, И.А. Чайка // Клин. лаб. диагностика. – 2014. – Т. 59, № 8. – С. 27–38.

12. Холерные вибрионы серогрупп не O1, выделенные в Узбекистане в 1987–1990 гг.: ретроспективный VNTR-анализ / Г.Г. Онищенко, Б.Н. Мишанькин, А.С. Водопьянов, Ю.М. Ломов, С.О. Водопьянов, Л.Г. Воронежская, И.Ю. Сучков, И.Я. Черепахина, О.В. Дуванова, М.В. Шишияну // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2003. – № 6. – С. 25–29.

13. Экология Ростова-на-Дону [Электронный ресурс] // Greenologia.ru. – URL: http://greenologia.ru/eko-problemy/goroda/rostov-na-donu.html (дата обращения: 15.06.2018).

14. Characterization of potentially virulent non-O1/non- O139 Vibrio cholerae strains isolated from human patients / F.A. Cariri, A.P. Costa, C.C. Melo, G.N. Theophilo, E. Hofer, O.P. de Melo Neto, N.C. Leal // Clin. Microbiol. Infect. – 2010. – Vol. 16 (1). – P. 62–67. DOI: 10.1111/j.1469-0691.2009.02763

15. Distribution of virulence-associated genes and genetic relationships in non-O1/O139 Vibrio cholerae aquatic isolates from China / F. Li, P. Du, B. Li, C. Ke, A. Chen, J. Chen, H. Zhou, J. Li, J.G.Jr. Morris, B. Kan, D. Wang // Appl. Environ. Microbiol. – 2014. – Vol. 80 (16). – P. 4987–4992.

16. MALDI-TOF масс-спектрометрическое определение видовой принадлежности патогенов в совершенствовании эпидемиологического надзора за опасными инфекционными болезнями / С.В. Балахонов, Л.В. Миронова, М.В. Афанасьев, Е.С. Куликалова, А.С. Остяк // Бактериология. – 2016. – Т. 1, № 1. – С. 88–95.

17. Molecular analysis of non-O1/non-O139 Vibrio cholerae isolated from hospitalised patients in China / Y. Luo, J. Ye, D. Jin, G. Ding, Z. Zhang, L. Mei, S. Octavia, R. Lan // BMC Microbiol. – 2013. – Vol. 13. – P. 52. DOI: 0.1186/1471-2180-13-52

18. Non-O1/non-O139 Vibrio cholerae carrying multiple virulence factors and V. cholerae O1 in the Chesapeake Bay, Maryland / D. Ceccarelli, A. Chen, N.A. Hasan, S.M. Rashed, A. Huq, R.R. Colwell // Appl. Environ. Microbiol. – 2015. – Vol. 81 (6). – P. 1909–1918.

19. Sathiyamurthy K., Baskaran A., Kumar S.D. Prevalence of Vibrio cholerae and other vibrios from environmental and seafood sources, Tamil Nadu, India // Brit. Microbiol. Res. J. – 2013. – Vol. 3 (4). – P. 538–549.

Гигиеническая оценка факторов риска здоровью детей, обусловленных техногенным загрязнением атмосферного воздуха

В.Е. Митусова[1], И.Г. Ненахов[2], И.И. Механтьев[1]

[1]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронежской области,
[2]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области»,
г. Воронеж, Россия

Выделены приоритетные загрязнители атмосферного воздуха г. Воронежа. Дальнейшим этапом работы выступил анализ детской заболеваемости по различным нозологическим группам и определена корреляционная связь между состоянием здоровья детского населения и химическими веществами, загрязняющими атмосферный воздух. На основании полученных данных определены территории риска. Рассчитан индивидуальный канцерогенный риск по формальдегиду ($9{,}5 \cdot 10^{-5}$). Рассчитан неканцерогенный риск от воздействия диоксида азота, взвешенных веществ, формальдегида, озона и фенола (>1). Установлено, что аддиктивные риски составили при воздействии на органы дыхания – 12,75; на ЦНС – 6,9; на сердечно-сосудистую систему – 3,55; на кровь – 3,04; на орган зрения – 1,25.

По результатам проведенного исследования предложен комплекс мероприятий по снижению уровней загрязнения атмосферного воздуха с целью профилактики рисков заболеваемости детского населения.

Ключевые слова: риск, химические вещества, загрязнение атмосферного воздуха, дети, здоровье детей.

Одним из ведущих факторов, оказывающих негативное воздействие на здоровье население, является загрязнение атмосферного воздуха [1, 3]. Основной вклад в загрязнение атмосферы вносят автотранспорт и предприятия топливно-энергетического комплекса [11–15]. Наиболее уязвимой частью населения является контингент лиц от 0 до 14 лет, и, оценивая заболеваемость детского контингента, можно сделать выводы о здоровье населения в целом [4, 10]. Анатомические и физиологические особенности детского организма (повышенная кожная проницаемость), несовершенство ферментных систем, недостаточно сформированный иммунный статус, а также интенсивный рост организма ребенка способствуют тому, что детский контингент более чувствителен к воздействию факторов окружающей среды. Кроме того, сроки формирования неблагоприятных последствий в результате воздействия техногенных факторов на детский организм короче [2, 5–8].

Целью работы стало изучение влияния загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость детского населения.

Задачи:

1) проанализировать уровни загрязнения атмосферного воздуха с выделением приоритетных загрязнителей города Воронежа, провести ранжирование по степени загрязнения;

2) оценить уровни заболеваемости детского населения по данным обращаемости за медицинской помощью;

3) выявить возможные взаимосвязи «загрязнение воздуха–заболеваемость детского населения»;

4) оценить риски от воздействия загрязняющих веществ атмосферного воздуха на здоровье населения;

5) предложить рекомендации по снижению загрязнения атмосферного воздуха города.

В ходе выполнения научно-практической работы использованы статистический и оценочно-аналитический методы. Лабораторные исследования атмосферного воздуха проводятся ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» в рамках государственного задания на пяти маршрутных постах наблюдения: ул. Героев Стратосферы, 8 (пост № 2); ул. Матросова, 6 (пост № 3); Московский пр., 36 (пост № 4), ул. Дарвина, 1 (пост № 5); ул. 20 лет Октября, 94 (пост № 6). Данные поступают в отдел социально-гигиенического мониторинга для последующей обработки и анализа. Используя эти данные о загрязнении атмосферного воздуха, произведен расчет доли проб, не отвечающих гигиеническим нормативам, среднегодовых концентраций и 95 процентилей загрязняющих веществ за исследуемый период по пяти маршрутным постам наблюдения.

Результаты и их обсуждение. Согласно проведенному исследованию, самый высокий удельный вес проб загрязняющих веществ, превышающих установленные нормативы (от 2,4 до 16,4 %), отмечен на посту № 6 (ул. 20 лет Октября, 94). В то же время наиболее благополучным районом оказался район поста № 5 (ул. Дарвина, 1), где доля проб с превышением ПДК варьируется от 0 до 11,5 %. Результаты наблюдений представлены в табл. 1.

Таблица 1

Доля проб веществ, которые превышают установленные ПДК (%)

Пост	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
№ 2	11,0	11,8	7,30	4,40	11,2	9,27	10,7	5,85	0,95
№ 3	4,40	12,9	7,10	4,90	2,70	0,40	10,7	3,60	2,67
№ 4	8,50	14,3	9,10	12,7	15,7	7,30	11,8	1,21	4,24
№ 5	0	11,5	1,21	4,85	0,6	0	11,1	0,6	1,00
№ 6	6,10	15,4	16,4	13,9	7,80	8,50	15,0	6,67	2,42

В ходе исследований были определены приоритетные загрязнители атмосферного воздуха: углерода оксид, серы диоксид, азота оксид (IV), взвешенные вещества, формальдегид, фенол, меди оксид, акролеин, озон, стирол, хрома оксид (IV), свинец, сажа, марганца оксид.

Среди обозначенных выше поллютантов на долю диоксида азота приходится 56,8 % проб, не отвечающих гигиеническим нормативам, фенола – 22,5 %, формальдегида – 4,9 %, углекислого газа – 4,6 %, диоксида серы – 4 %, озона – 3,6 %, пыли (взвешенных веществ) – 3,0 % и стирола – 0,6 %.

Для решения второй задачи, используя отчетную форму лечебно-профилактических учреждений № 12 (годовая) «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания данной медицинской организации», получены данные о первичной заболеваемости детей по отдельным нозологическим единицам.

В целом в структуре заболеваемости лидируют болезни органов дыхания, на долю которых приходится от 61 % (БУЗ ВО ВГКП № 1) до 81 % (БУЗ ВО ВГКП № 1). За анализируемый период времени отмечается рост болезней сердечно-сосудистой (темп прироста составляет 137 % в 2016 г. по сравнению с 2009 г., далее – темп прироста), эндокринной (темп прироста 412 %), мочеполовой систем (темп прироста 217 %), болезней крови и кроветворных органов (темп прироста 110 %), а также болезней глаза и придаточного аппарата (темп прироста 412 %); увеличивается частота врожденных аномалий развития (темп прироста 325 %).

Для оценки взаимосвязи параметров «загрязнение воздуха – заболеваемость детского населения» проведена «привязка» мониторинговых точек к районам обслуживания детских поликлиник города: ул. Героев Стратосферы, 8 (пост № 2) – детская поликлиника № 6 БУЗ ВО ВГП № 18, ул. Матросова, 6 (пост № 3) – детская поликлиника № 10 БУЗ ВО ВГП № 7, Московский пр., 36 (пост № 4) – детская поликлиника № 1 БУЗ ВО ВГП № 3, СХИ (ул. Дарвина, 1) (пост № 5) – БУЗ ВО ВГКП № 1 и ул. 20 лет Октября, 94 (пост № 6) – детская поликлиника № 3 ВГП № 10.

Для количественной оценки связей использован корреляционно-регрессионный анализ среднегодовой концентрации отдельных загрязняющих веществ и заболеваемости детского населения с учетом органотропности загрязнителей атмосферного воздуха. Получены следующие статистически достоверные значения ($t_{\text{расчетное}} > t_{\text{критическое}}$) коэффициентов парной корреляции (r): для болезней органов дыхания и взвешенных веществ – 0,7; органов дыхания и фенола – 0,9.

Из общей массы болезней органов дыхания наиболее показательной является бронхиальная астма, для которой одним из триггеров являются поллютанты, поэтому определены значения коэффициента корреляции (r) отдельно для этого заболевания: с оксидом серы IV – 0,8; формальдегидом – 0,8; взвешенными веществами – 0,9; фенолом – 0,7, 0,9; озоном – 0,9.

Согласно Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [9] и международным базам данных, на заболеваемость сердечно-сосудистой системы оказывают влияния оксид углерода и фенол, что подтверждает и данное исследование: r для фенола – 0,8; для оксида углерода – 0,8, 0,9.

Для болезней нервной системы установлены следующие коэффициенты парной корреляции: с оксидом углерода – 0,7; с фенолом – 0,7; 0,8; со стиролом – 0,8. Болезни крови и кроветворных органов имеют взаимосвязь со свинцом 0,9. Болезни мочеполовой системы коррелируют с содержанием фенола в воздухе следующим образом: в двух мониторинговых точках по 0,8. Заболевания глаза и его придаточного аппарата взаимосвязаны с формальдегидом: $r = 0{,}9$.

Установлена корреляционная связь врожденных аномалий развития с концентрацией углекислого газа ($r = 0{,}8$); онкологических заболеваний с формальдегидом – 0,9.

Таким образом, наибольшее количество корреляционных связей между заболеваемостью детей и концентрацией загрязнителя атмосферного воздуха установлено на территории постов № 2 и № 6. Сводные данные по маршрутным постам представлены в табл. 2.

Наиболее благополучным районом с наименьшим числом статистически достоверных корреляционных связей оказался район поста № 4. Остальные районы занимают промежуточное положение.

Таблица 2

Сводные данные по маршрутным постам наблюдения № 2 и № 6

Нозология	Поллютант	Коэффициент r	$t_{расч}$	$t_{крит}$
Сводные данные по маршрутному посту наблюдения № 2				
Болезни эндокринной системы	Фенол	0,9	6	2,57
Болезни органов дыхания	Фенол	0,94	6,3	2,57
Болезни МПС	Фенол	0,79	2,9	2,57
Аномалии развития	Оксид углерода	0,8	3,2	2,57
Астма	Формальдегид	0,8	3,1	2,57
Астма	Фенол	0,79	2,9	2,57
Болезни ССС	Оксид углерода	0,8	3,2	2,57
Болезни ССС	Фенол	0,89	4,50	2,57
Болезни нервной системы	Фенол	0,87	3,95	2,57
Сводные данные по маршрутному посту наблюдения № 6				
Болезни нервной системы	Оксид углерода	0,75	2,58	2,57
Болезни нервной системы	Фенол	0,78	2,8	2,57
Болезни нервной системы	Стирол	0,8	3,3	2,57
Аномалии развития	Оксид углерода	0,8	3,4	2,57
Астма	Озон	0,98	13,2	2,57

Рассчитаны индивидуальные (*CR*) и популяционные (*PCR*) канцерогенные риски от воздействия формальдегида, оксида хрома (IV), свинца, сажи (табл. 3).

Таблица 3

Индивидуальные и популяционные канцерогенные риски

Пост №	Тип риска	Формальдегид	Оксид хрома (IV)	Свинец	Сажа
2	*CR*	$1{,}97 \cdot 10^{-5}$	$2{,}3 \cdot 10^{-3}$	–	
	PCR	0,1978	23,11		
3	*CR*	$5{,}2 \cdot 10^{-5}$	–	$2{,}4 \cdot 10^{-7}$	$2{,}6 \cdot 10^{-5}$
	PCR	0,664		0,003	0,33
4	*CR*	$4{,}9 \cdot 10^{-5}$		–	
	PCR	0,6			
5	*CR*	$1{,}9 \cdot 10^{-5}$	–		
	PCR	0,09			
6	*CR*	$8{,}7 \cdot 10^{-5}$			
	PCR	1,4			

Таким образом, индивидуальный канцерогенный риск в течение жизни от воздействия диоксида хрома соответствует четвертому диапазону и неприемлем ни для профессиональных групп, ни для населения в целом. Индивидуальный канцерогенный риск от воздействия формальдегида и сажи соответствует второму диапазону, то есть верхней границе приемлемого риска. Соотнося полученные показатели популяционных рисков для детского контингента от воздействия формальдегида, отмечен его наибольший показатель на территории поста № 6, что можно объяснить высоким значением индивидуального канцерогенного риска на этой территории и большим количеством экспонируемого населения.

Произведена оценка неканцерогенного риска для здоровья детского населения от воздействия загрязняющих атмосферный воздух веществ. Коэффициент опасности (*HQ*) при хроническом воздействии составляет для диоксида азота 1,93, взвешенных веществ – 1,64, формальдегида – 1,25, озона – 1,21 и фенола – 1,0. Таким образом, вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении вещества в течение жизни существенна, и такое воздействие характеризуется как недопустимое.

При этом необходимо учесть аддиктивные риски (*HI*): для органов дыхания индекс опасности составляет 12,75; для ЦНС – 6,9; для сердечно-сосудистой системы – 3,55; для крови – 3,04; для органов зрения – 1,25, что также характеризуется как недопустимое.

Выводы:

1. Основной вклад в уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Воронежа вносят: диоксид азота, фенол, формальдегид, углекислый газ, диоксид серы, озон, пыль (взвешенные вещества) и стирол.

2. За анализируемый период в целом по г. Воронежу отмечается рост детской заболеваемости по следующим нозологическим группам: болезни сердечно-сосудистой, эндокринной, мочеполовой систем, болезней крови и кроветворных органов, а также болезней глаза и придаточного аппарата; увеличивается частота врожденных аномалий развития.

3. Наиболее значимое влияние (сильная корреляционная связь) на состояние здоровья детского населения оказывают такие химические вещества атмосферного воздуха, как формальдегид, фенол, оксид углерода, взвешенные вещества.

4. Территорией «риска» по болезням большинства нозологических групп является Левобережный район (зона обслуживания детской поликлиники № 6 БУЗ ВО ВГП № 18), где выявлено наибольшее количество корреляционных связей между болезнями и поллютантами атмосферного воздуха.

5. Индивидуальный канцерогенный риск (*IR*) в течение жизни от воздействия формальдегида составил $9{,}5 \cdot 10^{-5}$, что соответствует верхней границе приемлемого риска.

6. Неканцерогенный риск превышает допустимый уровень – «единицу» – от воздействия диоксида азота, взвешенных веществ, формальдегида, озона и фенола и характеризуется как недопустимый.

7. Аддиктивные риски (*HI*) составили при воздействии: на органы дыхания – 12,75, ЦНС – 6,9; сердечно-сосудистую систему – 3,55; кровь – 3,04; орган зрения – 1,25; и являются недопустимыми.

В связи со сложившейся ситуацией с целью снижения уровней загрязнения атмосферного воздуха предложено провести ряд рекомендаций:

1. Высадка защитных лесополос вдоль автомагистралей и дорог.

2. Оптимизация движения автотранспорта по улицам города, организация «зеленой волны».

3. Использование более экологичного топлива для автотранспорта; переход на электромобили.

4. Снижение (ликвидация) выбросов от промышленных предприятий.

Список литературы

1. Березин И.И., Сучков В.В. Риск здоровью населения промышленных городов, связанный с содержанием вредных примесей в атмосферном воздухе // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 10 (247). – С. 39–42.

2. Грабеклис А.Р. Региональные особенности элементного состава волос у детей как основа для оценки риска элементозов // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2009. – № 2. – С. 31–35.

3. Динамика гигиенических показателей атмосферного воздуха по Воронежской области за период 2005–2010 гг. / И.Г. Ненахов, Ю.И. Стёпкин, А.В. Платунин, Е.П. Гайдукова // Молодежный инновационный вестник. – 2012. – Т. 1, № 1. – С. 154–155.

4. Игнатова Л.Ф. Методические подходы к оценке адаптационных возможностей организма детей и факторов риска в системе социально-гигиенического мониторинга // Вестник Санкт-Петербургской государственной медицинской академии им. И.И. Мечникова. – 2005. – Т. 6, № 3. – С. 58–62.

5. Калмыкова В.С., Федько Н.А. Факторы риска и оценка состояния соматического здоровья детей младшего школьного возраста // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2010. – № 2. – С. 30–33.

6. Кучма В.Р. Риски здоровью детей в процессе жизнедеятельности: проблемы, методы оценки, технологии управления // Российский педиатрический журнал. – 2016. – Т. 19, № 4. – С. 238–243.

7. Молоканова Л.В. Оценка рисков для здоровья детей, обусловленных неблагоприятными экологическими условиями // Проблемы региональной экологии. – 2007. – № 4. – С. 118–122.

8. Мизина Н.Г., Вейних П.А. Гигиеническая оценка риска для здоровья детей в системе «среда обитания – здоровье населения» // Здоровье населения и среда обитания. – 2008. – № 10 (187). – С. 37–38.

9. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

10. Стародумов В.Л., Яблокова И.С. Роль мониторинга тяжелых металлов в оценке риска для здоровья детей // Вестник Ивановской медицинской академии. – 2009. – Т. 14, № S. – С. 91.

11. Степанова Н.В., Сабирова И.Х. Риск для здоровья населения от загрязняющих веществ, содержащихся в атмосферном воздухе города // Теоретические и прикладные вопросы образования и науки: сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. – 2014. – С. 134–136.

12. Стёпкин Ю.И., Ненахов И.Г., Ракитина И.В. Динамика гигиенических показателей атмосферного воздуха по Воронежской области за период 2012–2016 годы // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. – 2017. – № 70. – С. 84–88.

13. Суржиков В.Д., Суржиков Д.В. Риск развития неканцерогенных эффектов в связи с загрязнением атмосферного воздуха города с развитой металлургической промышленностью // Гигиена и санитария. – 2006. – № 1. – С. 55–57.

14. Черкашина А.Г., Астахова Т.А., Ильин В.П. Оценка эпидемиологического риска нарушений здоровья детей в результате воздействия неблагоприятных факторов // Acta Biomedica Scientifica. – 2006. – № 3 (49). – С. 242–244.

15. Якушева М.Ю. Экологический риск для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2012. – № 4 (41). – С. 236.

Оценка потенциальной опасности для человека жизнеспособных бактерий, обнаруженных в пробах атмосферного воздуха в Западносибирском регионе

О.В. Охлопкова[1], А.С. Сафатов[1], И.С. Андреева[1], И.К. Резникова[1], Т.В. Теплякова[1], Г.А. Буряк[1], Н.А. Соловьянова[1], Л.И. Пучкова[1], Д.В. Симоненков[2], Б.Д. Белан[2], Ю.С. Двинина[3]

[1]ФБУН «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии "Вектор"» Роспотребнадзора р.п. Кольцово,
[2]ФГБУН «Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева» СО РАН,
[3]ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, Россия

Результаты существующих исследований указывают на то, что в атмосфере присутствует большое количество биогенных компонентов, в частности микроорганизмов. Численные оценки показывают, что микроорганизмы могут находиться в атмосфере длительное время. Существует мнение, что именно длительное пребывание в атмосфере является одной из основных причин изменчивости микроорганизмов, возникновения новых штаммов, в том числе патогенных для человека. К сожалению, эти аспекты были мало изучены. В рамках данной работы было проведено комплексное продолжительное исследование численности и состава жизнеспособных микроорганизмов, присутствующих в атмосфере, а также выявлены определенные тенденции и перспективы дальнейшего изучения данной проблемы, предложен метод оценки потенциальной опасности бактерий, находящихся в воздушной среде.

Ключевые слова: атмосфера, биоаэрозоли, мониторинг, жизнеспособные микроорганизмы, оценка потенциальной опасности.

Как показывают проведенные исследования [2], атмосфера содержит большое количество различных микроорганизмов. Экспериментальным путем было установлено, что срок нахождения микроорганизмов в составе аэрозоля может быть достаточно долгим (порядка одного месяца), что, несомненно, влияет на их жизнедеятельность: приводит к модификации характеристик и, в ряде случаев, к гибели.

В то же время длительное пребывание в атмосферном аэрозоле является одной из причин изменчивости микроорганизмов, возникновения новых штаммов, в том числе патогенных для человека [12].

В течение около 10 лет научные сотрудники ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора исследовали более 1000 проб с целью определения численности и состава жизнеспособных микроорганизмов в атмосферном аэрозоле на высотах до 7000 м, а также для разработки метода, с помощью которого возможно оценить потенциальную опасность для человека микроорганизмов, присутствующих в атмосфере.

Так как ранее долгосрочные исследования биоразнообразия микроорганизмов, находящихся в воздушной среде не проводились, в настоящее время эта тема становится актуальной для научного сообщества.

Целью проводимой работы являлось исследование биоразнообразия микроорганизмов, находящихся в атмосфере Западносибирского региона и оценка потенциальной опасности данных микроорганизмов для человека.

Материалы и методы. Высотные пробы отбирали с помощью лаборатории «Оптик», смонтированной на базе самолета ТУ-134 [9]. Полеты осуществляли в двадцатых числах месяца. Трасса полета была протяженностью примерно 50 км. В пределах указанной трассы самолет-лаборатория в дневное время суток последовательно пролетал на высотах 7000, 5500, 4000, 3000, 2000, 1500, 1000 и 500 м. Для каждой высоты отбирали по две пробы воздуха на фильтры типа АФА-ХА для проведения химических анализов [4] – обнаружения химических элементов (*Cu, Ti, Ca, Al, Fe, Si, Pb, Cr, Mg, Mn, Ni*) и основных ионов (Na^+, K^+, NH_4^+, SO_4^{2-}, NO_3^-, Cl^-) [8, 10], а также определения массы суммарного белка в течение примерно 10 минут. Объем забранного воздуха фиксировался для каждой пробы и обычно составлял порядка 2 м^3. Посредством суммирования масс вышеуказанных показателей можно высчитать общую массу аэрозоля на фильтрах, а с помощью данных по массе суммарного белка возможно судить о насыщенности воздушной среды органикой, в состав которой могут входить микроорганизмы.

Кроме того, пробы воздуха отбирали в импинджеры из нержавеющей стали с критическим соплом, обеспечивающим постоянство расхода при перепаде давлений более $4 \cdot 10^4$ Па воздуха через прибор (производство ОАО «Опытно-конструкторское бюро тонкого биологического машиностроения», г. Кириши, Россия). Частицы осаждали в закрученную входящим потоком (с расходом 50 ± 5 л/мин) по стенкам прибора жидкость. В качестве сорбирующей жидкости использовали 50 мл раствора Хэнкса (ICN Biomedicals).

Для определения концентрации суммарного белка в пробах использовали флуориметрический метод, основанный на приобретении белком интенсивной флуоресценции после его модификации флуорогенным реактивом. В качестве модифицирующих реагентов использовали 3-4-карбоксибензоил хинолин-2-карбоксиальдегид (CBQCA) – реагент, образующий при взаимодействии с белками флуоресцирующие производные с более высоким квантовым выходом, чем у других красителей [13].

Концентрацию жизнеспособных микроорганизмов определяли культуральными методами. Пробы высевали на чашки Петри, содержащие агаризованные питательные среды. Все высевы инкубировали в термостате при температуре 28–30 °С и при комнатной температуре в течение 3–14 суток. Морфологические особенности

обнаруженных бактерий исследовали визуально и с помощью световой микроскопии. Таксономическую принадлежность выявленных микроорганизмов определяли и рассчитывали их число согласно стандартным методикам [5, 6].

Метод оценки потенциальной опасности микроорганизмов. Жизнеспособные бактерии, находящиеся в атмосферном воздухе, могут служить потенциальным фактором риска для здоровья населения в случае, если: 1) они патогенны или условно патогенны для человека; 2) концентрация жизнеспособных микроорганизмов в воздухе высока и высока в них доля патогенных или условно патогенных для человека микроорганизмов; 3) жизнеспособные бактерии проявляют повышенную устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды. В первую очередь опасность представляют те потенциально патогенные микроорганизмы, которые проявляют устойчивость к лекарственным средствам [11].

Для количественной оценки этой потенциальной опасности всего комплекса жизнеспособных микроорганизмов, обнаруживаемых в атмосферных аэрозолях, предлагалось использовать четыре группы тестов. Каждый из четырех групп показателей был численно охарактеризован некоторым интегральным индексом, отражающим количественно вклад экспериментально определяемых характеристик микроорганизмов. Для того чтобы количественно оценить интегральные индексы для каждой из четырех групп тестов, необходимо было на основании анализа литературных данных экспертно «взвесить» численные показатели, определяемые в экспериментах по методикам, которые характеризуют то или иное свойство бактерии.

Анализ литературы показал [3, 7], что наиболее важными косвенными характеристиками бактерий, определяющими их патогенность, являются: плазмокоагулазная активность, наличие капсул в бактерии и гемолитическая активность, наличие у микроорганизма экзонуклеаз, наличие у микроорганизма лецитиназной, фибринолитической и липазной активностей, наличие желатиназной активности. Кроме того, существует ряд характеристик микроорганизмов, от которых условная патогенность конкретных штаммов зависит в меньшей степени: наличие протеолитической активности, наличие пигментации, наличие амилолитической активности и наличие подвижности бактерий на ростовой среде. Все эти характеристики, количественно или качественно определяемые в экспериментах, индивидуальны для каждого рода, вида или штамма микроорганизма. Вместе с тем проведенный анализ литературы показывает [1], что при некоторых допущениях можно сконструировать единый интегральный показатель потенциальной патогенности, который может быть применим для всех обнаруженных в пробах бактерий. В этом случае величина потенциальной патогенности для пробы будет определена как среднее для всей совокупности обнаруженных в пробе бактерий.

«Весовые» факторы были экспертно оценены, исходя из опубликованных в литературе работ, рассматривающих данные по связи патогенности различных бактерий (таких, как *Bacillus anthraxes, Bordetella pertussis, Candida, Corynebacterium diphtheriae, Legionella pneumophila, Mycobacteria tuberculosis, Neisseria meningitidis,* а также – представители родов *Staphylococcus, Streptococcus* и другие). Для каждого из штаммов микроорганизмов набор характеристик, определяющих их патогенность, как и отмечалось выше, различен, однако среди них есть и общие. Именно на сопоставимости общих для многих микроорганизмов характеристик, определяющих их патогенность, и построены экспертные оценки их «веса». Далее величина

интегрального индекса потенциальной патогенности рассчитывалась как сумма умноженных на коэффициенты «веса» присутствующих у данного микроорганизма признаков (считалось, если данная характеристика присутствует, то ее признак равен «1», в противном случае признак равен «0»), деленная на максимально возможную величину этой суммы. Иными словами, наиболее патогенные бактерии имеют величину интегрального показателя потенциальной патогенности, равную «1», а совсем непатогенные микроорганизмы – величину, равную «0». Аналогичным образом рассчитывались и нормировались и другие интегральные индексы, такие как концентрация и представительство микроорганизма в пробе воздуха, суммарная численность жизнеспособных бактерий в 1 м^3 атмосферного воздуха для различных мест взятия проб, степень повышенной устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды, устойчивость к лекарственным средствам.

Наложение (перемножение) для каждого пробоотбора всех интегральных индексов позволяет сделать оценку опасности жизнеспособных бактерий, находящихся в атмосферном аэрозоле региона в момент отбора проб, и отследить ее изменение в течение нескольких лет. Обращает на себя внимание тот факт, что эти индексы могут по-разному варьироваться. Отметим, что предложенная процедура проведения экспертной оценки не претендует на окончательность. Возможно, включены не все значимые показатели в сформированные выше группы тестов; возможно, проведенная экспертная оценка значимости «веса» той или иной характеристики бактерии не точна. Однако предложенный метод позволяет сравнивать потенциальную опасность для человека всех бактерий, обнаруженных в пробе атмосферного воздуха, с другими пробами, с совершенно другими концентрацией и представительством бактерий в ней.

Результаты и их обсуждение. В период проведения наблюдений среднегодовые концентрации основных биологических компонентов атмосферного аэрозоля демонстрировали тенденцию к снижению. В среднем она составляет 1,5 раза за 15 лет, тогда как для концентрации жизнеспособных микроорганизмов за 15 лет падение достигает 30 раз. Концентрация суммарного белка варьировалась в диапазоне от 0,021 до 4,252 мкг/м^3. В приземном слое (500–1500 м) наблюдалась большая насыщенность органикой, более разреженные показатели фиксировались для высот, начиная от 4000 м.

Доля суммарного белка в полной массе аэрозоля возросла за период наблюдения. Вероятнее всего это связано с изменениями климата, приводящими к изменению источников аэрозоля, исследуемого в Западной Сибири.

Для указанных высот выявлен сезонный ход концентраций суммарного белка (амплитуда изменений составляет 3–5 раз) и жизнеспособных микроорганизмов (амплитуда изменений превосходит порядок величины).

Результаты анализа биоразнообразия жизнеспособных микроорганизмов показали наличие разнообразных представителей, таких как *Micrococcus, Staphylococcus, Bacillus, Nocardia, Arthrobacter, Rhodococcus*, актиномицеты, дрожжи и плесневые грибы. В рамках проведенного исследования концентрация жизнеспособных микроорганизмов варьировалась в диапазоне от 0,82 lg (штук) в м^3 до 3,85 lg (штук) в м^3. Также были определены основные морфогруппы микроорганизмов – это бациллы, кокки, неспорообразующие бактерии, актиномицеты, дрожжи, грибы. Отметим, что, по полученным данным, в атмосферном аэрозоле юга Западной Сибири преобладали жизнеспособные бактерии, а грибы составляли только

примерно 10 % от их численности, что является не часто встречающейся ситуацией: для большинства регионов концентрация жизнеспособных грибов в пробах атмосферного воздуха выше таковой жизнеспособных бактерий.

В результате рассмотрения полученных данных сделано предположение, что содержание микроорганизмов в аэрозоле не зависит от сезона исследования. Здесь присутствует связь с высокой изменчивостью их присутствия в различных пробах, а также небольшими концентрациями микроорганизмов отдельных родов.

Всего в рамках проведенного исследования, выявлено 214 изолятов жизнеспособных бактерий, для которых проведена оценка трех интегральных индексов: потенциальной патогенности микроорганизма, его устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды и устойчивости к лекарственным средствам.

Для индекса потенциальной патогенности бактерий для человека удалось получить данные для 168 изолятов. 9,52 % исследованных изолятов проявляли один из основных четырех признаков потенциальной патогенности, 0,059 % проявляли два из основных признаков потенциальной патогенности и 0,059 % проявляли три из основных признаков потенциальной патогенности (по одному изоляту). Остальные 89,29 % исследованных изолятов ни одного из основных признаков потенциальной патогенности не проявляли. При этом встречались изоляты со значением индекса потенциальной патогенности бактерий для человека, равным «0» (несколько потенциально полностью непатогенных бактерий). В среднем для исследованных изолятов этот индекс невелик и составил 0,1835 ± 0,165.

Также отметим, что среди признаков, определяющих потенциальную патогенность бактерий для человека, у исследованных изолятов наиболее часто встречалось наличие щелочной фосфатазы (88,06 %) и липазная активность (67,44 %), тогда как наличие плазмокоагуляции не обнаружено вообще, а наличие желатиназной активности обнаружено у 1,10 % изолятов.

Для индекса устойчивости бактерий к неблагоприятным факторам внешней среды данные в различной степени подробности удалось получить для 202 изолятов. 16,88 % исследованных изолятов обладали эндонуклеазами рестрикции, а у 40,31 % изолятов присутствовала плазмидная ДНК. При этом встречались изоляты как со значением индекса устойчивости бактерий к неблагоприятным факторам внешней среды при нормировке на 1, равным 0 (несколько слабоустойчивых во внешней среде бактерий), так и со значением, равным 0,882, – довольно устойчивый во внешней среде микроорганизм (спорообразующая бактерия, выделенная из пробы атмосферного аэрозоля в ходе самолетного зондирования атмосферы 13 декабря 2012 г. на высоте 500 м). В среднем для исследованных изолятов этот индекс составил 0,253 ± 0, 207.

Среди признаков, определяющих устойчивость бактерий к неблагоприятным факторам внешней среды, у исследованных изолятов наиболее часто встречалось наличие пигмента (41,41 %) и плазмидных ДНК (40,31 %), тогда как наиболее редко фиксировалось наличие подвижности бактериальных клеток – 15,35 %.

Для индекса устойчивости бактерий к лекарственным средствам удалось получить данные для 90 изолятов по их устойчивости к различному набору из 17 различных антибиотиков. Среди выделенных изолятов проявили устойчивость к эритромицину и карбенициллину 30,0 и 28,3 % соответственно, тогда как к гентамицину и тетрациклину устойчиво всего 2,2 и 4,4 % изолятов соответственно.

При этом к нескольким антибиотикам были одновременно устойчивы большинство исследованных изолятов: к двум – 18, к трем – 19, к четырем – 10, а множественной устойчивостью к антибиотикам обладали всего четыре изолята: St73 устойчив к 8 из 12 протестированных антибиотиков, St72 устойчив к 9 из 13 протестированных антибиотиков, St156 устойчив к 14 из 15 протестированных антибиотиков и, наконец, St153 устойчив ко всем 15 из 15 протестированных антибиотиков. При этом только семь изолятов не проявили резистентности ни к одному из испытанных антибиотиков.

В целом для всех исследованных изолятов индекс устойчивости бактерий к лекарственным средствам изменялся в пределах от 0 до 1, составляя в среднем 0,199 ± 0,180.

Поскольку зафиксированные концентрации жизнеспособных микроорганизмов в пробах атмосферного воздуха в период проведения основного этапа исследования оказались недостаточны, построить четвертый индекс – концентрация микроорганизмов в аэрозоле атмосферного воздуха – для большинства проб не удалось. Поэтому для построения интегрального индекса потенциальной опасности жизнеспособных бактерий в атмосферном воздухе предложено ограничиться только тремя описанными выше индексами и считать величины четвертого индекса равными единице для всех микроорганизмов. Значения такого «усеченного» индекса потенциальной опасности жизнеспособных бактерий в атмосферном воздухе для исследованных в 2012 г. 71 изолята изменялось в пределах от 0 до 0,212, составляя в среднем 0,0185 ± 0,0345.

Аналогичные исследования 341 изолята, выделенного в 2013 г., дали следующие результаты.

Для индекса потенциальной патогенности бактерий для человека удалось получить данные для 302 изолятов. 15,89 % исследованных изолятов проявляли один из основных четырех признаков потенциальной патогенности, 5,63 % проявляли два из основных признаков потенциальной патогенности и 0,01 % проявлял три из основных признаков потенциальной патогенности. Остальные 77,48 % исследованных изолятов ни одного из основных признаков потенциальной патогенности не проявляли. При этом встречались изоляты со значением индекса потенциальной патогенности бактерий для человека, равным «0» (несколько потенциально полностью непатогенных бактерий), а максимальное значение составляло 0,556. В среднем для исследованных изолятов этот индекс составил 0,148 ± 0,123.

Также отметим, что среди признаков, определяющих потенциальную патогенность бактерий для человека, у исследованных изолятов наиболее часто встречалось наличие щелочной фосфатазы (99,23 %) и липазная активность (86,104 %), тогда как наличие плазмокоагуляции не обнаружено вообще, а наличие фибринолитической активности было обнаружено у 7,53 % изолятов.

Для индекса устойчивости бактерий к неблагоприятным факторам внешней среды данные в различной степени подробности удалось получить для 302 изолятов. 9,30 % исследованных изолятов обладали эндонуклеазами рестрикции, а у 16,47 % изолятов имелись капсулы. При этом встречались изоляты как со значением индекса устойчивости бактерий к неблагоприятным факторам внешней среды при нормировке на 1, равным «0» (несколько слабоустойчивых во внешней среде бактерий), так и со значением, равным 0,769, – довольно устойчивый во

внешней среде микроорганизм. В среднем для исследованных изолятов этот индекс невелик и составил 0,176 ± 0, 191.

Среди признаков, определяющих устойчивости бактерий к неблагоприятным факторам внешней среды, у исследованных изолятов наиболее часто встречалось наличие пигмента (54,98 %) и плазмидных ДНК (32,44 %), тогда как наиболее редко встречалось наличие подвижности бактериальных клеток – 8,43 %.

Для индекса устойчивости бактерий к лекарственным средствам удалось получить данные для 90 изолятов по их устойчивости к различному набору из 17 различных антибиотиков. Среди выделенных изолятов проявили устойчивость к клиндамицину, неомицину 73,1 и 70,1 % соответственно, тогда как к ванкомицину и тетрациклину устойчиво всего 6,49 и 8,82 % изолятов соответственно.

К нескольким антибиотикам одновременно были устойчивы большинство исследованных изолятов: к двум – 39, к трем – 37, к четырем – 26, а множественной устойчивостью к антибиотикам обладали немного изолятов: два устойчивы к 7 из 8 протестированных антибиотиков, два устойчивы к 8 из 13 протестированных антибиотиков, остальные устойчивы к еще меньшему проценту протестированных антибиотиков. При этом только два изолята не проявили резистентности ни к одному из испытанных антибиотиков и семь к одному из всех.

В целом для всех исследованных изолятов индекс устойчивости бактерий к лекарственным средствам изменялся в пределах от 0 до 0,875, составляя в среднем 0,359 ± 0,223.

Значения «усеченного» индекса потенциальной опасности жизнеспособных бактерий в атмосферном воздухе для исследованных в 2013 г. 143 изолятов изменялось в пределах от 0 до 0,147, составляя в среднем 0,0145 ± 0,0272.

Сравнение полученных показателей за 2012 и 2013 г. показало, что все величины в среднем за год для этих двух лет незначительно отличались друг от друга. Более детальную информацию по сезонной изменчивости потенциальной опасности для человека бактерий в атмосферном аэрозоле проследить не удалось из-за, как отмечалось выше, небольшого количества обнаруживаемых жизнеспособных микроорганизмов в пробах воздуха.

Теоретический анализ предложенного подхода к определению потенциальной опасности бактерий в атмосферном аэрозоле для человека, построенный на экспертной оценке вклада отдельного биологического, биохимического или морфологического признака микроорганизма в сформированные интегральные показатели, продемонстрировал, что интегральные показатели потенциальной патогенности микроорганизма, его устойчивости во внешней среде и устойчивости к лекарственным средствам даже в случае небольшого количества выявленных в пробах жизнеспособных бактерий надежно определяются для индивидуальных изолятов. Вместе с тем вследствие малого количества жизнеспособных микроорганизмов, обнаруженных в пробах атмосферного воздуха в 2011–2013 гг., надежно определить их концентрации в аэрозоле атмосферного воздуха – последний из четырех интегральных показателей – невозможно, поэтому определить потенциальную опасность для человека вдыхаемого атмосферного воздуха, а также сравнить эту опасность для различных проб надежно нельзя.

С использованием предложенного подхода для проб атмосферного воздуха, в аэрозоле которого выявлены жизнеспособные бактерии, возможно только сравнение вышеперечисленных интегральных показателей для отдельных изолятов,

а также построение обобщенного интегрального показателя потенциальной опасности бактерий в атмосферном аэрозоле для человека при постоянном значении индекса концентрации микроорганизмов в аэрозоле атмосферного воздуха. Построенный таким образом усеченный обобщенный интегральный показатель потенциальной опасности бактерий в атмосферном аэрозоле для человека также можно использовать для сравнения опасности отдельных образцов атмосферного воздуха, содержащего небольшое количество жизнеспособных микроорганизмов, однако достоверность такого сравнения значительно ниже, нежели при сравнении полных интегральных показателей потенциальной опасности бактерий в атмосферном аэрозоле для человека.

Учитывая уникальность проводимых исследований и их новизну мирового уровня, отбор проб атмосферного аэрозоля в регионе и анализ обнаруживаемых в них жизнеспособных микроорганизмов для оценки степени потенциальной опасности для человека вдыхаемого атмосферного воздуха необходимо продолжить. Кроме того, необходимо выявить связи наблюдаемых концентраций жизнеспособных микроорганизмов в атмосфере с наиболее значимыми химическими аэрозольными загрязнениями.

Была проделана объемная работа по изучению аэрозолей и их компонентов на юге Западной Сибири и получены важные результаты. Долговременные исследования показали, что снижение концентраций аэрозоля, биоаэрозоля и жизнеспособных микроорганизмов вызвано изменением климата региона. Полученные данные важны для последующей оценки качества атмосферного воздуха, его потенциальной опасности для человека и изменения этих характеристик атмосферы.

Список литературы

1. Ашмарин И.П., Воробьев А.А. Статистические методы в микробиологических исследованиях. – Л.: Гос. изд. мед. лит., 1962. – 180 с.

2. Аэрозоли Сибири / под ред. К.П. Куценогого. – Новосибирск: Наука, 2006. – 548 с.

3. Лебедева М.Н. Руководство к практическим занятиям по медицинской микробиологии. – М.: Медицина, 1973. – 312 с.

4. Межлабораторное сопоставление методов анализа ионного состава атмосферных осадков и аэрозолей / Б.С. Смоляков, Т.В. Ходжер, М.П. Шинкоренко [и др.] // Химия в интересах устойчивого развития. – 2004. – Т. 12, № 5. – С. 559–568.

5. Методы общей бактериологии / под ред. Ф. Герхарда [и др.]. – М.: Мир, 1983. – Т. 1. – 536 с.

6. Методы экспериментальной микологии: справочник / под ред. В.И. Билая. – Киев: Наукова думка, 1982. – 550 с.

7. Миллер Дж. Эксперименты в молекулярной генетике. – М.: Мир, 1976. – 435 с.

8. РД 52.04.186-89. Определение полициклических ароматических углеводородов (метод высокоэффективной жидкостной хроматографии): руководство по контролю загрязнения атмосферы. – М.: Государственный комитет СССР по гидрометеорологии, Министерство здравоохранения СССР, 1991. – С. 647–657.

9. Самолет-лаборатория Ту-134 «Оптик» / Г.Г. Анохин, П.Н. Антохин, М.Ю. Аршинов, В.Е. Барсук [и др.] // Оптика атмосферы и океана. – 2011. – Т. 24, № 9. – С. 805–816.

10. Химико-атомно-эмиссионный спектральный анализ атмосферных и промышленных аэрозолей на содержание тяжелых металлов / В.И. Отмахов, Е.В. Петрова, З.И. Отмахова, Т.В. Лапова // Оптика атмосферы и океана. – 1999. – Т. 12, № 4. – С. 341–344.

11. Douwes J., Thorne P., Pearce N., Heederik D. Bioaerosols health effects and exposure assessment: Progress and prospects // Ann. Occup. Hyg. – 2003. – Vol. 47, № 3. – P. 187–200.

12. To what extent can viable bacteria in atmospheric aerosols be dangerous for humans? / A.S. Safatov [et al.] // Clean. – 2008. – Vol. 36, № 7. – P. 564–571.

13. You W.W., Haugland R.P., Ryan D.K., Haugland R.P. 3-(4-Carboxybenzoyl)quinoline-2-carboxaldehyde, a reagent with broad dynamic range for the assay of proteins and lipoproteins in solution // Annal. Biochem. – 1997. – Vol. 244, № 2. – P. 277–282.

Региональные особенности факторов среды обитания и их вклад в формирование показателей здоровья (на примере г.Череповца)

С.В. Панин

Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Вологодской области» в г. Череповце, г. Череповец, Россия

Рассматривается проблема загрязнения атмосферного воздуха в г. Череповце. Особое внимание уделено связи здоровья населения с состоянием воздушной среды. В качестве исследовательской задачи автором была определена попытка оценить канцерогенный и неканцерогенный риски для здоровья населения. Также обосновывается выполнение разработанного «Комплексного плана действий по улучшению экологической обстановки, стабилизации и снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду на 2018–2024 годы».

Ключевые слова: атмосферный воздух, оценка риска, заболеваемость.

В марте 2018 г. в своем Послании Федеральному собранию президент РФ назвал город Череповец одним из самых загрязненных городов России наряду с Красноярском, Нижним Тагилом, Челябинском и Новокузнецком. Череповец – крупнейший индустриальный центр на северо-западе России. Основу его экономической базы составляет промышленность, представленная целым рядом отраслей, главными из которых являются черная металлургия и химическая промышленность. При росте объемов производства неизбежен рост техногенной нагрузки на окружающую среду и здоровье населения. Кроме того, в последние годы на первый план выходит воздействие автотранспорта, создающее высокую плотность и ток-

сичность загрязнения атмосферного воздуха, что является важнейшим фактором, определяющим состояние окружающей среды и здоровья населения.

Объем валовых выбросов загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух от стационарных источников, в 2017 г. составил 318,4 тыс. тонн, что на 13,8 тыс. тонн больше, чем в 2016 г. Сравнительная характеристика суммарных валовых выбросов от стационарных источников в целом по городу приведена в табл. 1 (по данным формы госстатотчетности 2-ТП «Воздух»).

Таблица 1

Суммарные валовые выбросы от стационарных источников в г. Череповце

Наименование загрязняющего вещества	Объем выбросов, 2016 г. (тыс. тонн)	Объем выбросов, 2017 г. (тыс. тонн)	«+» – увеличение «–» – снижение (тыс. тонн)
Основные загрязняющие вещества			
Всего	304,6	318,361	+13,8
в том числе:			
твердые	19,9	19,3	–0,6
жидкие/газообразные	284,8	299,1	+14,3
из них:			
диоксид серы	28,8	32,6	+3,8
оксид углерода	232,8	239,2	+6,4
оксиды азота	17,5	19,3	+1,8
Специфические загрязняющие вещества			
Аммиак	2,17829	2,74778	+0,56949
Бенз(а)пирен	0,00007	0,00007	0,0
Сероводород	0,06674	0,08514	+0,01840
Формальдегид	0,00517	0,01007	+0,00490

Увеличение объемов валовых выбросов загрязняющих веществ в целом по городу произошло в основном в связи с увеличением объемов производства на промышленных предприятиях города.

Наблюдения за содержанием загрязняющих веществ в атмосферном воздухе непосредственно на территории города Череповца проводятся филиалом ФГБУ «Северное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды “Гидрометеобюро Череповец”» на четырех постах государственной стационарной сети наблюдения (ГСН). По данным филиала ФГБУ Северное УГМС «ГМБ Череповец» ведущими загрязнителями атмосферного воздуха в городе Череповец в последние годы являлись: оксид углерода, азота диоксид, аммиак, сероуглерод, взвешенные вещества, бенз(а)пирен, формальдегид.

Многочисленными эпидемиологическими исследованиями подтверждено, что воздействие окиси углерода, сернистого газа, оксидов азота, формальдегида, взвешенных веществ существенно влияет на рост общей заболеваемости населения, происходит повышение уровня распространенности острых респираторных инфекций, хронических неспецифических заболеваний органов дыхания, аллергических заболеваний, ишемической болезни сердца, болезней нервной системы; а содержание канцерогенных веществ провоцирует рост злокачественных новообразований [4].

Первичная заболеваемость населения города остается на высоком уровне и превышает среднеобластной показатель в 1,1 раза.

При анализе заболеваемости за период 2013–2017 гг. отмечается рост первичной заболеваемости населения как в целом, так и по отдельным нозологическим формам (табл. 2).

Таблица 2

Динамика заболеваемости населения г. Череповца за 2013–2017 гг.
(на 100 тыс. населения)

Группа болезней	2013	2014	2015	2016	2017	Рост/ снижение
Общая заболеваемость	90627,01	88097,54	95802,04	97136,5	106299,08	↑
Болезни органов дыхания	44661,41	43832,20	50133,87	55254,58	56633,4019	↑
Болезни органов пищеварения	2924,58	2870,96	3003,096	3199,87	3389,30	↑
Болезни органов мочеполовой системы	3016,09	3195,50	3627,95	3158,21	4199,70	↑
Болезни крови и органов кроветворения	713,16	731,47	709,64	658,14	700,32	↓
Болезни эндокринной системы	1591,04	1746,44	1789,48	1790,42	1467,12	↓
Новообразования	1092,77	1297,84	866,32	877,77	1062,55	↓

При оценке воздействия окружающей среды на здоровье населения наиболее часто в качестве основного параметра общественного здоровья рассматривают показатели заболеваемости детского населения. Целесообразность учета детской заболеваемости определяется тем, что дети в меньшей степени, чем взрослые, подвержены внутригородской миграции, не испытывают непосредственного влияния профессиональных вредностей. Это повышает достоверность медико-статистических исследований и позволяет делать более объективные выводы об экологической обусловленности заболеваний.

Интенсивные показатели заболеваемости у детей г. Череповца по-прежнему остаются на высоком уровне и превышают аналогичные показатели по Вологодской области в 1,23 раза (254 332,08 на 100 тыс. населения), по Российской Федерации – в 1,7 раза (183 499 на 100 тыс. населения). Изучение динамики первичной заболеваемости детей с учетом классов болезней и отдельных нозологических форм выявило наличие тенденции к росту отдельных экологозависимых патологий. Так, с 2013 г. ежегодный темп прироста по классу болезней органов дыхания составил 4,5 %; болезней органов мочеполовой системы – 13 %; хронических болезней миндалин и аденоидов – 17 %; бронхит хронический и неутонченный, эмфизема – 13 %. По группе болезней «новообразования» ежегодный темп прироста уровня детской заболеваемости составил 10 %.

Учитывая достаточно высокую долю вклада атмосферного воздуха в формирование заболеваемости населения, проведена оценка канцерогенного и неканцерогенного риска в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [5].

Оценивались два основных типа вредных эффектов – канцерогенный и неканцерогенный – при хроническом воздействии определяемых веществ.

Для веществ, не обладающих канцерогенным действием, оценка риска проводилась на основе индекса опасности (*HI*), представляющего собой соотношение между величиной экспозиции (суточной дозой, *ADD*) и безопасным уровнем воздействия.

Общий неканцерогенный риск с учетом воздействия всех веществ составил 5,7 единицы при приемлемом значении не более 1. Данные уровни риска оцениваются как неприемлемые для населения (табл. 3).

Таблица 3

Уровни неканцерогенного риска от воздействия загрязняющих веществ, содержащихся в атмосферном воздухе

Наименование вещества	Ccp	*RfC*	*HQ*	Направленность действия	% вклада
Марганец	0,0000127	0,00005	0,25	ЦНС, органы дыхания	4,4
Свинец	0,000013	0,0005	0,03	ЦНС, кровь, развитие, репрод. сист., гормон., почки	0,5
Азота (II) оксид	0,01	0,06	0,17	Органы дыхания, кровь (образование MetHb), ЦНС	2,9
Азота диоксид	0,019375	0,04	0,48	Органы дыхания, кровь (образование MetHb), ЦНС	8,5
Аммиак	0,0125	0,1	0,13	Органы дыхания	2,2
Бенз(а)пирен	0,0000007	0,000001	0,70	Органы дыхания, иммунная система, развитие, печень, почки,	12,2
Взвешенные вещества	0,08	0,04	2,00	Органы дыхания	34,9
Гидроксибензол (фенол)	0,001	0,006	0,17	ССС, почки, ЦНС, печень, органы дыхания	2,9
Дигидросульфид (сероводород)	0,001	0,002	0,50	Органы дыхания, ЦНС, ССС, глаза	8,7
Серы диоксид	0,0015	0,02	0,08	Органы дыхания, смертность, системное, глаза, ССС, печень, почки, иммунная система	1,3
Сероуглерод	0,0035	0,7	0,01	ЦНС, развитие	0,1
Углерод (сажа)	0,0015	0,05	0,03	Органы дыхания, зубы, кожа, системное действие	0,5
Углерода оксид	1,00	3	0,33	Кровь, ССС, развитие, ЦНС, репродуктивная, иммунная, глаза	5,8
Формальдегид	0,00775	0,009	0,86	Органы дыхания, глаза, иммунная система	15,0
Суммарный риск	*HI* общий		5,73		100,00
	***HI* органы дыхания**		**5,36**		
	HI кровь		1,01		
	HI печень		0,94		
	HI ЦНС		1,68		
	HI почки		0,97		
	HI ССС		1,08		
	HI развитие		1,06		
	HI иммун.		1,97		
	HI репрод		0,36		

С учетом комбинированного воздействия примесей или их аддитивности неканцерогенный риск для органов дыхания на территории г. Череповца составил 5,4 единицы; для иммунной системы *HI* = 1,97; для ЦНС – *HI* = 1,7; для сердечно-сосудистой системы – *HI* = 1,1, при приемлемом значении не более 1. Данный уровень неканцерогенного риска оценивается как неприемлемый. Для других органов и систем (печени и почек, крови, репродуктивной системы) критерии неканцерогенного риска являются приемлемыми.

Наибольший вклад в уровни привносимого неканцерогенного риска вносят взвешенные вещества, формальдегид, бенз(а)пирен, диоксид азота.

Уровень канцерогенного риска от влияния сажи, свинца, бенз(а)пирена и формальдегида, содержащихся в атмосферном воздухе, составляет 1,09E-04 единиц и соответствует предельно допустимому риску, т.е верхней границе приемлемого риска. В соответствии с руководством по оценке риска (Р 2.1.10.1920-04) [5] и рекомендациями Агентства по охране окружающей среды США, ВОЗ данные уровни риска должны подлежать постоянному контролю и в некоторых случаях должны проводиться дополнительные мероприятия по их снижению (табл. 4).

Индивидуальный канцерогенный риск для здоровья населения на территории г. Череповца от воздействия свинца и бенз(а)пирена соответствуют первому приемлемому диапазону риска (*De minimis*). Канцерогенный риск от формальдегида и сажи оценивается как предельно допустимый – 1,02E-04 и 6,6E-06 единиц соответственно.

Таблица 4

Уровни канцерогенного риска от воздействия загрязняющих веществ, содержащихся в атмосферном воздухе

Наименование вещества	Ссг	*Sfi*	МАИР	*LADD*	Индивидуальный канцерогенный риск, *ICR*	*% CR*
Сажа	0,0015	0,0155	1	4,3E-04	6,64E-06	6,1
Свинец	0,000013	0,042	2А	3,7E-06	1,56E-07	0,1
Бенз(а)пирен	0,0000007	3,9	1	2,0E-07	7,80E-07	0,7
Формальдегид	0,00775	0,046	1	2,2E-03	1,02E-04	93,1
Суммарный канцерогенный риск – *CR*					**1,09E-04**	100

Выводы. Таким образом, полученные результаты оценки риска позволяют сделать вывод о негативном воздействии состояния атмосферного воздуха на здоровье населения. Индексы опасности возникновения неканцерогенного риска от загрязнения атмосферного воздуха на территории г. Череповца превышают приемлемые значения. У населения города остается высокая вероятность развития заболеваний органов дыхания. Уровни канцерогенного риска (развития злокачественных заболеваний) соответствуют предельно допустимому риску, т.е верхней границе приемлемого риска. Данные уровни риска должны подлежать постоянному контролю, а в некоторых случаях следует проводить дополнительные мероприятия по их снижению.

В целях принятия действенных мер по улучшению экологической обстановки в городе с учетом приоритетов, обозначенных президентом РФ 01.03.2018 г. в Послании Федеральному собранию РФ, в соответствии с указом президента РФ № 204 от 07.05.2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [2] в городе Череповце разработан «Комплексный план действий по улучшению экологической обстановки, стабилизации и снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду на 2018–2024 годы».

Реализация мероприятий комплексного плана позволит решить основные задачи: снижение негативного воздействий хозяйственной и иной деятельности на компоненты окружающей среды и здоровье населения с учетом возрастающего влияния автотранспорта на среду обитания, а также привлечение предприятий к совместному решению вопросов по снижению негативного воздействий на окружающую среду и здоровье населения. Для достижения указаного целевого показателя необходимо, прежде всего, применение всеми объектами, оказывающими значительное негативное воздействие на окружающую среду, системы экологического регулирования, основанной на использовании наилучших доступных технологий (НДТ) в соответствии со ст. 28.1 Федерального закона № 219-ФЗ от 21.07.2014 г. «О внесении изменений в Федеральный закон “Об охране окружающей среды”» [1, 3].

Список литературы

1. О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды и отдельные законодательные акты Российской Федерации»: Федеральный закон РФ № 219-ФЗ от 02.07.2014 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165823/ (дата обращения: 28.06.2018).

2. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента РФ № 204 от 07.05.2018 г. [Электронный ресурс] // Президент России: официальный сайт. – URL: http://kremlin.ru/acts/bank/43027 (дата обращения: 28.06.2018).

3. Об охране окружающей среды: федеральный закон РФ № 7-ФЗ от 20.12.2001 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 28.06.2018).

4. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин, С.Л. Авалиани, К.А. Буштуева; под ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.

5. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

Особенности водоснабжения на территории Республики Татарстан по данным социально-гигиенического мониторинга

М.А. Патяшина, А.А. Титова, О.Н. Панкратова

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

Представлены результаты анализа первичной заболеваемости мочекаменной болезнью по Республике Татарстан за период 2008–2017 гг., а также проведена оценка питьевой воды по показателю общей жесткости.

Ключевые слова: качество воды, мочекаменная болезнь, факторы риска, общая жесткость.

В настоящее время здоровье населения формируется под влиянием совокупности различных факторов: экологических, социально-экономических, наследственных. Питьевая вода, являясь значимым фактором, оказывает существенное влияние на уровень здоровья населения. В условиях продолжающегося загрязнения как поверхностных, так и подземных централизованных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения актуальными остаются вопросы региональных особенностей качественного состава питьевой воды.

Во многих регионах мочекаменная болезнь носит эндемичный характер, что подтверждает экзогенный фактор ее возникновения [1–4].

По данным Министерства здравоохранения Республики Татарстан за последние 10 лет отмечается увеличение доли заболеваемости мочекаменной болезни в структуре болезней мочеполовой системы – с 2,1 % (в 2008 г.) до 3,5 % (в 2017 г.).

Первичная заболеваемость мочекаменной болезнью (МКБ) за период с 2008 г. выросла на 2,9 % и составила в 2017 г. 113,4 случая на 100 тыс. населения (2008 г. – 110,2 случая 100 тыс. населения). Несмотря на незначительное увеличение (на 2,9 %), в 2014 г. показатель заболеваемости МКБ достигал 144,5 случая на 100 тыс. населения и в 2016 г. – 140,5 случая на 100 тыс. населения.

За десятилетний период увеличилось количество районов республики, в которых показатель впервые выявленной заболеваемости МКБ выше среднереспубликанского уровня: если в 2008 г. таких районов было 21, то в 2017 г. уже 27. Наиболее высокие уровни первичной заболеваемости МКБ в 2017 г., превышающие республиканский уровень в два раза и более, регистрировались в Алексеевском (291,2 случая на 100 тыс. населения), Бавлинском (373,44 случая на 100 тыс. населения), Верхнеуслонском (261,3 случая на 100 тыс. населения), Дрожжановском (390,1 случая на 100 тыс. населения), Елабужском (366,8 случая на 100 тыс. населения), Менделеевском (373,1 случая на 100 тыс. населения), Муслюмовском (351,0 случая на 100 тыс. населения), Рыбно-Слободском (240,6 случая на 100 тыс. населения), Спасском (245,3 случая на 100 тыс. населения) и Тюлячинском (258,1 случая на 100 тыс. населения) районах.

В Актанышском районе значительный темп прироста заболеваемости за десятилетний период наблюдения отмечается в 15,9 раза, Дрожжановском – в 13,0 раза, Кукморском – в 12,3 раза, Черемшанском – в 6,9 раза, Чистопольском – в 3,7 раза.

Среди детского населения Республики Татарстан за период с 2008 г. уровень заболеваемости МКБ снизился на 37 %: в 2008 г. – 8,1 случая на 100 тыс. населения соответствующего возраста; в 2017 г. – 5,1 случая на 100 тыс. населения соответствующего возраста. Однако в ряде районов показатель МКБ вырос: в Алексеевском районе – 2,7 раза, в Бавлинском районе и в г. Набережные Челны – в 1,8 раза. Следует отметить, что среднемноголетний показатель впервые выявленной заболеваемости МКБ превышает среднероссийский уровень в 1,3 раза.

Среди подростков показатель первичной заболеваемости МКБ снизился в 1,9 раза и составил в 2017 г. 14,5 случая на 100 тыс. населения против 27,0 случая на 100 тыс. населения соответствующего возраста в 2008 г.

Уровень впервые выявленной заболеваемости МКБ среди взрослого населения вырос на 6 % и составил в 2017 г. 141,8 случая на 100 тыс. населения соответствующего возраста (в 2008 г. – 133,8 случая на 100 тыс. населения).

Одним из существенных критериев, влияющих на развитие мочекаменной болезни, является употребление питьевой воды с повышенным содержанием жесткости, которая отражает преимущественно уровень содержания в воде ионов кальция и магния.

На территории Республики Татарстан в качестве источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения используются поверхностные и подземные воды. Поверхностные источники используются для питьевого водоснабжения в городах (Казань, Набережные Челны, Елабуга, Нижнекамск, Нурлат, Менделеевск, Мензелинск, Альметьевск) и в других населенных пунктах. Объем поставки воды составляет около 80 % от общего объема потребления. В большинстве сельских населенных пунктов подземные воды являются единственным источником питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения.

По данным Татарстанстата в 2017 г. в среднем на каждого жителя республики приходилось 114,7 литра воды в сутки. Потребность с каждым годом растет.

За наблюдаемый период качество воды из распределительной сети по санитарно-химическим показателям улучшилось. Доля проб воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, в 2017 г. составила 9,9 % (против 11,6 % в 2008 г.). Однако доля проб воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по содержанию общей жесткости, увеличились с 10,7 % в 2008 г. до 18,9 % в 2017 г.

На территориях ряда населенных пунктов 30 муниципальных районов: Азнакаевский, Аксубаевский, Актанышский, Алексеевский, Апастовский, Арский, Атнинский, Бавлинский, Балтасинский, Бугульминский, Верхнеуслонский, Высокогорский, Зеленодольский, Кайбицкий, Камско-Устьинский, Кукморский, Лениногорский, Мамадышский, Менделеевский, Мензелинский, Муслюмовский, Новошешминский, Нурлатский, Пестречинский, Рыбно-Слободский, Сабинский, Тюлячинский, Черемшанский, Чистопольский, Ютазинский – питьевая вода не соответствует гигиеническим нормативам по жесткости, среднемноголетняя концентрация превышает предельно допустимую концентрацию до 1,4 раза. Следует отметить, что из 30 вышеперечисленных муниципальных районов в 24 (Азнакаевский, Аксубаевский, Актанышский, Алексеевский, Арский, Атнинский, Бавлинский, Балтасинский, Бугульминский, Верхнеуслонский, Зеленодольский, Камско-Устьинский, Лениногорский, Мамадышский, Менделеевский, Мензелинский, Муслюмовский, Пестречинский, Рыбно-Слободский, Сабинский, Тюлячинский, Черемшанский, Чистопольский, Ютазинский) уровень впервые выявленной заболеваемости МКБ превышал среднереспубликанский или отмечался высокий темп прироста заболеваемости за десятилетний период.

Таким образом, проблема питьевого водоснабжения является чрезвычайно актуальной, а обеспечение населения доброкачественной водой – одной из главных составляющих качества жизни населения республики.

Улучшение качества водоснабжения населения питьевой водой является приоритетным направлением Управления Роспотребнадзора по Республике Татарстан и первостепенным социальным вопросом, влияющим на здоровье и продолжительность жизни в Республике Татарстан.

Список литературы

1. Безруков Е.А. Влияние жесткости питьевой воды на возникновение мочекаменной болезни и химический состав камней у жителей городов Кумертау и Мелеуз Республики Башкортостан // Медицинский вестник Башкортостана. – 2015. – Т. 10, № 3. – С. 83–87.

2. Клочков В.В. Распространенность мочекаменной болезни в Ульяновской области, факторы риска, ранняя диагностика // Медицинская экология. – 2012. – № 11. – С. 50–55.

3. Онопко В.Ф. Эпидемиологический анализ заболеваемости мочекаменной болезнью взрослого населения Иркутской области // Экспериментальная и клиническая урология. – 2013. – № 3. – С. 8–11.

4. Тафеева Е.А. Оценка санитарно-эпидемиологической надежности систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения на территории нефтедобывающих районов Республики Татарстан // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 6. – С. 79.

Оценка качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения по результатам социально-гигиенического мониторинга в Алтайском крае

И.Г. Пащенко[1], Т.И. Губарева[2], А.Ю. Ла[2], А.С. Катунина[1]

[1]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Алтайскому краю,
[2]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Алтайском крае»,
г. Барнаул, Россия

Проведена оценка качества питьевой воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения Алтайского края (далее – край). По результатам социально-гигиенического мониторинга выполнен анализ данных качества питьевой воды из разводящей сети. Выделены ведущие химические вещества, загрязняющие питьевую воду населенных мест края, которые могли повлиять на здоровье проживающего в них населения. На основе применения методологии оценки риска рассчитаны неканцерогенный и канцерогенный риски для здоровья населения края за счет перорального пути поступления химических веществ с питьевой водой.

Ключевые слова: оценка, питьевая вода, химические вещества, риск для здоровья населения.

Одной из ключевых задач социально-гигиенического мониторинга как государственной системы наблюдения, анализа, оценки и прогноза состояния здоровья населения и среды обитания человека является выявление причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания человека на основе системного анализа и оценки риска для здоровья населения [2].

Применение методологии оценки риска здоровью позволяет: получать количественные характеристики ущерба здоровью от воздействия вредных факторов среды обитания человека; сравнивать и ранжировать различные по степени выраженности эффектов воздействия факторов среды обитания человека; идентифицировать наиболее подверженные неблагоприятному воздействию чувствительные подгруппы населения [4, 5].

Воздействие вредных факторов среды обитания человека приводит к снижению неспецифической резистентности, возникновению различного вида заболеваний, определяя сложные процессы длительного взаимодействия экзогенных и эндогенных факторов [1, 3].

Цель настоящей работы заключалась в гигиенической оценке качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения края по показателям химической безвредности.

Были решены задачи, заключающиеся в оценке неканцерогенных и суммарных пожизненных канцерогенных рисков для здоровья населения районов края при пероральном поступлении с питьевой водой химических веществ.

Материалы и методы. Анализ баз данных социально-гигиенического мониторинга Управления Роспотребнадзора по Алтайскому краю проводился с помощью гигиенических и статистических методов, применялась методология оценки риска [4]. Математическая обработка показателей проводилась с использованием прикладных программ на персональном компьютере. Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы «Статистика 6.0» и приложений Microsoft Excele.

В 2017 г. в рамках системы социально-гигиенического мониторинга в 348 мониторинговых точках края систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в распределительной сети было проведено 32 901 исследование с кратностью 12 проб в год. Для оценки непосредственного влияния на здоровье населения качества питьевой воды осуществлен расчет и оценка риска для здоровья населения (оценка вероятности развития угрозы жизни или здоровью человека или будущих поколений), обусловленного химическим загрязнением питьевой воды, по административным территориям края. Оценка риска в данном исследовании проведена на основе среднегодовых концентраций химических веществ в распределительной сети.

Исследования питьевой воды в распределительной сети на свинец и кадмий проведены в 8 районах края, в 16 населенных пунктах, население, охваченное контролем, составило 272 508 человек. Исследования на свинец, кадмий и мышьяк проведены в 2 населенных пунктах, население, охваченное контролем, составило 173 861 человек (7,5 % от общего количества населения, пользующегося централизованным хозяйственно-питьевым водоснабжением). При исследованиях на хром (6+) охваченное контролем население составило 28 528 человек.

По данным регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга проведена гигиеническая оценка уровня химического загрязнения питьевой воды на территории края с целью выявления наиболее неблагополучных территорий, находящихся под воздействием. При анализе санитарно-химических показателей контролируемых веществ регистрировались четыре группы:

– *1-я группа* для веществ 2-го класса опасности (бор), превышение концентрации выше 1 ПДК. В данную группу вошли четыре территории края: Немецкий национальный, Ребрихинский, Хабарский районы и г. Барнаул;

– *2-я группа* для веществ 3-го класса опасности (железо, марганец, магний, нитраты, хлор), превышение концентрации – от 1 до 2 ПДК на 18 территориях: Алейский, Бурлинский, Заринский, Завьяловский, Калманский, Косихинский, Кулундинский, Тальменский, Топчихинский, Троицкий, Панкрушихинский, Петропавловский, Ребрихинский, Романовский, Усть-Калманский районы и города: Рубцовск, Славгород, Новоалтайск;

– *3-я группа* для веществ 3-го класса опасности (железо, марганец, нитраты), превышение концентрации – от 2 до 5 ПДК на 16 территориях: Алтайский, Залесовский, Каменский, Краснощековский, Локтевский, Мамонтовский, Немецкий национальный, Ельцовский, Павловский, Солонешенский, Солтонский, Тогульский, Шелаболихинский, Хабарский районы и города: Барнаул, Камень-на-Оби;

– *4-я группа* для веществ 3-го класса опасности (нитраты, железо, марганец), превышение концентрации – более 5 ПДК на 18 территориях: Бийский, Благовещенский, Волчихинский, Егорьевский, Зональный, Красногорский, Крутихинский, Курьинский, Первомайский, Поспелихинский, Рубцовский, Суетский, Советский, Смоленский, Тюменцевский, Шипуновский, Целинный районы и г. Бийск.

В населенных пунктах Баевского, Быстроистокского, Змеиногорского, Ключевского, Кытмановского, Михайловского, Новичихинского, Родинского, Славгородского, Табунского, Третьяковского, Угловского, Усть-Пристанского, Чарышского районов и в некоторых городах (Змеиногорск, Алейск, Белокурих, Заринск), превышений концентраций вышеуказанных веществ не выявлено.

Суммарный индивидуальный канцерогенный риск, обусловленный пероральным поступлением с питьевой водой свинца, кадмия, мышьяка, находится в пределах допустимого.

Индивидуальный канцерогенный риск в Новичихинском, Первомайском, Тальменском, Шипуновском Поспелихинском, Краснощековском, Курьинском районах соответствует первому диапазону риска (индивидуальный риск в течение всей жизни, равный или меньший $1 \cdot 10^{-6}$), данные уровни риска не требуют проведения дополнительных мероприятий, но подлежат периодическому контролю. Индивидуальный канцерогенный риск в г. Змеиногорске, Славгороде, Новоалтайске и в Петропавловском, Немецком национальном, Хабарском, Бурлинском, Славгородском, Троицком, Каменском, Новичихинском, Третьяковском, Локтевском районах соответствует второму диапазону риска (индивидуальный риск в течение всей жизни более $1 \cdot 10^{-6}$, но менее $1 \cdot 10^{-4}$). Данные уровни подлежат постоянному контролю.

Неканцерогенные риски были оценены у 70,3 % населения края, пользующегося централизованным питьевым водоснабжением. Количество населения, по которому проведена оценка риска неканцерогенных эффектов, составило 1 631 236 человек.

Неканцерогенный риск у взрослых и детей представлен в табл. 1.

Таблица 1

Уровень индивидуального неканцерогенного риска (*HQ*>1) при употреблении воды у взрослого населения

Административный район, населенный пункт	Аммиак	Стронций	Фтор	Цинк	Железо	Магний	Нитраты	Нитриты
Рубцовский район, с. Веселоярск	0,0003		0,17	0,00005	0,0024		1,7	0,01
Немецкий национальный район, с. Шумановка		0,17	0,14	0,0008	0,003	0,15	1,6	0,008
Немецкий национальный район, с. Николаевка	0,0006	0,12	0,16	0,0007		0,096	1,2	

В Рубцовском и в Немецком национальном районах Алтайского края вследствие употребления питьевой воды у взрослого населения уровень неканцерогенного риска от химических веществ превышает допустимое значение (*HQ*>1). Вклад в неканцерогенный риск у взрослого населения определяется за счет поступления нитратов – от 72,7 % в Немецком национальном районе до 89,5 % Рубцовском районе.

Неканцерогенный риск у детского населения (в возрасте 6–18 лет) края по административным территориям представлен в табл. 2.

Таблица 2

Уровень индивидуального неканцерогенного риска (*HQ*>1) при употреблении питьевой воды у детского населения (в возрасте 6–18 лет)

Административный район, населенный пункт	Аммиак	Стронций	Фтор	Цинк	Железо	Магний	Нитраты	Нитриты
Рубцовский район, с. Веселоярск	0,0004		0,21	0,00007	0,003		2,1	0,01
Немецкий национальный район, с. Шумановка		0,21	0,18	0,001	0,004	0,19	2,0	0,01
Немецкий национальный район, с. Николаевка	0,0008	0,15	0,2	0,0008		0,12	1,5	
Локтевский район, п. Масальский						0,19	1,3	
Локтевский район, с. Устьянка						0,17	1,1	
Алтайский район, с. Россоши	0,001		0,09		0,016		1,1	0,002
Алтайский район, с. Алтайское	0,001		0,078		0,008		1,1	0,002

У детского населения (6–18 лет) уровень неканцерогенных рисков от веществ превышает допустимое значение (*HQ*>1) в Рубцовском, Немецком национальном, Локтевском, Алтайском районах. Вклад в неканцерогенный риск определяется за счет поступления нитратов – от 70 % в Немецком национальном районе до 92,2 % в Рубцовском районе.

Неканцерогенный риск для детского населения края (в возрасте 0–6 лет) по административным территориям представлен в табл. 3.

У детского населения (в возрасте 0–6 лет) уровень неканцерогенных рисков от веществ превышает допустимое значение (*HQ*>1) в Рубцовском, Немец-

ком национальном, Локтевском, Алтайском, Егорьевском, Третьяковском, Змеиногорском, Шелаболихинском, Хабарском районах. Основной вклад в неканцерогенный риск у детского населения определяется за счет поступления нитратов и фтора.

Таблица 3

Уровень индивидуального неканцерогенного риска (*HQ*>1) при употреблении питьевой воды у детского населения (в возрасте 0–6 лет)

Административный район, населенный пункт	Аммиак	Стронций	Фтор	Цинк	Железо	Магний	Марганец	Нитраты	Нитриты
Рубцовский район, с. Веселоярск	0,0007		0,39	0,0001	0,006		0,03	4	0,03
Немецкий национальный район, с. Шумановка		0,4	0,34	0,0019	0,008	0,35		3,8	0,02
Немецкий национальный район, с. Николаевка	0,001	0,3	0,37	0,0016		0,22		2,8	
Локтевский район п. Масальский						0,35		2,3	
Локтевский район, с. Устьянка						0,32		2,1	
Алтайский район, с. Россоши	0,003		0,17		0,03		0,007	2,1	0,003
Алтайский район, с. Алтайское	0,003		0,15		0,02		0,007	2	0,004
Егорьевский район, с. Сросты	0,004		0,52	0,012	0,00		0,02	1,8	0,19
Третьяковский район, с. Екатерининское						0,14		1,8	
Локтевский район, с. Локоть						0,28		1,8	
Змеиногорский район, с. Карамышево						0,15		1,7	
Немецкий национальный район, с. Подсосново	0,001	0,3	0,39	0,0014	0,02	0,25		1,6	0,001
Змеиногорский район с. Саввушка						0,14		1,6	
Немецкий национальный район с. Протасово		0,4	0,45	0,0008		0,37		1,4	
Немецкий национальный район, с. Полевое	0,009	0,4	0,37	0,0011	0,03	0,32		1,1	
Шелаболихинский район, с. Киприно	0,003		1,2		0,09		0,005	0,03	0,01
Хабарский район, с. Зятькова-Речка		0,3	1,1	0,0011	0,01	0,07		0,04	
Хабарский район, с. Мичуринское	0,01	0,3	1,1	0,0011	0,04	0,22		0,01	

При одновременном поступлении химических веществ при употреблении питьевой воды в качестве критических органов и систем у взрослых и детей выявлены: кровь и кроветворные органы, сердечно-сосудистая, костная система и зубы, иммунная, центральная нервная, гормональная, репродуктивная системы, печень, почки, кожа и слизистые оболочки, ЖКТ.

Суммарные индексы опасности при одновременном поступлении химических веществ по их влиянию на критические органы и системы у взрослого населения превышают приемлемые значения по влиянию на кровь и сердечно-сосудистую систему в Рубцовском, Немецком национальном районах. Для детского населения (6–18 лет) суммарные индексы опасности превышают приемлемое значение (>1) для крови и кроветворных органов, сердечно-сосудистой системы в Рубцовском, Немецком национальном, Локтевском, Алтайском, Егорьевском районах. Для детского населения (0–6 лет) суммарные индексы опасности превышают приемлемое значение (>1) для крови и кроветворных органов, сердечно-сосудистой системы в Рубцовском, Немецком национальном, Локтевском, Алтайском, Егорьевском, Третьяковском, Змеиногорском районах.

Выводы:

1. В Алтайском крае уровни суммарного канцерогенного риска от свинца, кадмия, мышьяка, хрома (6+) находятся в пределах допустимого.

Индивидуальный канцерогенный риск в Новичихинском, Первомайском, Тальменском, Шипуновском Поспелихинском, Краснощековском, Курьинском районах соответствует первому диапазону риска (индивидуальный риск в течение всей жизни равный или меньший $1 \cdot 10^{-6}$), данные уровни риска не требуют проведения дополнительных мероприятий, но подлежат периодическому контролю [3].

Индивидуальный канцерогенный риск в г. Змеиногорске, Славгороде, Новоалтайске, Петропавловском, Немецком национальном, Хабарском, Бурлинском, Славгородском, Троицком, Каменском, Новичихинском, Третьяковском, Локтевском районах соответствует второму диапазону риска (индивидуальный риск в течение всей жизни более $1 \cdot 10^{-6}$, но менее $1 \cdot 10^{-4}$). Данные уровни подлежат постоянному контролю.

2. Уровни неканцерогенных рисков у взрослого населения превышают допустимое значение (HQ>1) по нитратам в Рубцовском, Немецком национальном районах. Дети менее устойчивы к воздействию химических загрязнений объектов окружающей среды, в том числе и питьевой воды. Неканцерогенные риски детского населения (6–18 лет) от веществ превышает допустимое значение (HQ>1) по нитратам в Рубцовском, Немецком национальном, Локтевском, Алтайском районах. У детского населения (0–6 лет) уровень неканцерогенных рисков от веществ превышает допустимое значение (HQ>1) по нитратам и фтору в Рубцовском, Немецком национальном, Локтевском, Алтайском, Егорьевском, Третьяковском, Змеиногорском, Шелаболихинском, Хабарском районах и оцениваются как повышенные.

4. При одновременном поступлении химических веществ при употреблении питьевой воды в качестве критических органов и систем выявлены: кровь, сердечно-сосудистая, костная системы и зубы, иммунная, центральная нервная, гормональная, репродуктивная, печень, почки, кожа и слизистые оболочки, ЖКТ.

5. Суммарные индексы опасности при одновременном поступлении химических веществ по их влиянию на критические органы и системы у взрослого населе-

ния превышают приемлемые значения по влиянию на кровь и сердечно-сосудистую систему в Рубцовском, Немецком национальном районах.

Для детского населения (6–18 лет) суммарные индексы опасности превышают приемлемое значение (>1) для крови и кроветворных органов, сердечно-сосудистой системы в Рубцовском, Немецком национальном, Локтевском, Алтайском, Егорьевском районах. Для детского населения (0–6 лет) суммарные индексы опасности превышают приемлемое значение (>1) для крови и кроветворных органов, сердечно-сосудистой системы в Рубцовском, Немецком национальном, Локтевском, Алтайском, Егорьевском, Третьяковском, Змеиногорском районах; для костной системы – в Славгородском, Хабарском, Шелаболихинском районах.

Данный материал использован при планировании лабораторных исследований питьевой воды разводящей сети в населенных пунктах.

Основные неопределенности связаны с выбранным сценарием воздействия загрязняющих веществ, так как не учитывались региональные особенности употребления питьевой воды населением, а использовались стандартные факторы экспозиции. Данная неопределенность влияет на надежность выводов о величинах приемлемости рисков. Тем не менее полученные результаты оценки риска для здоровья населения достаточно объективно характеризуют вероятность развития вредных эффектов. На достоверность итоговых оценок риска оказывают влияние неверно внесенные значения средних концентраций и концентраций из проб, превышающих ПДК.

Полученные результаты исследований используются для разработки практических мероприятий. В крае проведена инвентаризация источников централизованного водоснабжения. В настоящее время в крае действует государственная программа «Обеспечение населения Алтайского края жилищно-коммунальными услугами» на 2014–2020 гг. с целью улучшения качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения края.

Список литературы

1. Актуальные проблемы комплексной гигиенической характеристики факторов городской среды и их воздействия на здоровье населения / Ю.Л. Рахманин, С.И. Иванов, С.М. Новиков [и др.] // Гигиена и санитария. – 2007. – № 5. – С. 5–6.

2. Об утверждении положения о проведении социально-гигиенического мониторинга: Постановление Правительства Российской Федерации № 60 от 2 февраля 2006 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102104563&rdk=&backlink=1 (дата обращения: 22.08.2018)

3. Онищенко Г.Г. Оценка риска влияния факторов окружающей среды на здоровье в системе социально-гигиенического мониторинга // Гигиена и санитария. – 2002. – № 6. – С. 3–5.

4. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

5. Румянцев Г.И., Димитриев Д.А. Методологические основы совершенствования мониторинга влияния антропогенных факторов окружающей среды на здоровье населения // Гигиена и санитария. – 2001. – № 6. – С. 3–5.

Инфицированность иксодовых клещей возбудителями гранулоцитарного анаплазмоза и моноцитарного эрлихиоза человека в Хабаровском крае в период наблюдения 2017–2018 гг.

А.П. Романова, А. Г. Драгомерецкая, Т.В. Мжельская, О.Е. Троценко

ФБУН «Хабаровский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии» Роспотребнадзора, г. Хабаровск, Россия

Представлены результаты изучения инфицированности возбудителями гранулоцитарного анаплазмоза и моноцитарного эрлихиоза человека напитавшихся иксодовых клещей, собранных и удаленных после присасывания к человеку на территории Хабаровского края в 2017–2018 гг. Полученные данные свидетельствуют о циркуляции указанных инфекционных патогенов и подтверждают преобладание частоты встречаемости в клещах гранулоцитарного анаплазмоза человека. Наибольшая вероятность заражения обоими возбудителями приходится на середину эпидемического сезона заболеваемости клещевыми трансмиссивными инфекциями.

Ключевые слова: гранулоцитарный анаплазмоз человека, моноцитарный эрлихиоз человека, иксодовые клещи, клещевые трансмиссивные инфекции.

Трансмиссивные инфекции, передающиеся иксодовыми клещами, в том числе моноцитарный эрлихиоз человека (МЭЧ) и гранулоцитарный анаплазмоз человека (ГАЧ), встречаются во многих регионах России [2, 3, 6, 7]. МЭЧ и ГАЧ – классические природно-очаговые инфекции, вызываемые облигатно-внутриклеточными грамотрицательными протеобактериями родов *Ehrlichia* и *Anaplasma*, которые размножаются в цитоплазматических вакуолях лейкоцитов и вызывают острые гриппоподобные лихорадочные заболевания [5].

Возбудители ГАЧ и МЭЧ выявлены у клещей во многих странах Европы, в России, Корее, Китае, Японии и США [3, 7, 9]. Существование природных очагов ГАЧ и МЭЧ на территории России было впервые показано совместными исследованиями российских и зарубежных ученых, проведенными в Пермском крае в 1999 г. [6]. Официальная регистрация ГАЧ и МЭЧ в РФ была начата 2013 г.

Исследования, проведенные в 2012–2017 гг. сотрудниками лаборатории клещевого энцефалита и других природно-очаговых инфекций ФБУН «Хабаровский НИИ эпидемиологии и микробиологии» Роспотребнадзора на выявление иммуноглобулинов класса G к возбудителям ГАЧ и МЭЧ в сыворотках крови жителей Хабаровского края, свидетельствовали о контактах населения с возбудителями ГАЧ и МЭЧ при практическом отсутствии регистрируемой заболеваемости. Было сделано предположение о возможности перенесенных, но не диагностированных случаях заболеваемости данными инфекциями [4].

Цель исследования – провести исследование напитавшихся иксодовых клещей и проследить динамику выявляемости ДНК *Anaplasma phagocytophilum*, *Ehrlichia muris* и *Ehrlichia chaffeensis* в переносчиках в течение периода их сезонной активности в 2017–2018 гг.

Материалы и методы. В эпидемический сезон 2017–2018 гг. был исследован 301 иксодовый клещ, снятый с жителей Хабаровского края, на наличие ДНК *A. phagocytophilum* для ГАЧ, *E. muris* и *E. chaffeensis* для МЭЧ. Гомогенизацию клещей проводили в гомогенизаторах Speedmill Plus (Германия). Клещей диспергировали в 250 мкл раствора для приготовления образцов (РПО).

Суммарную нуклеиновую кислоту (НК) из 100 мкл суспензии клещей выделяли с использованием наборов серии «РеалБест экстракция 100» (ЗАО «Вектор-Бест», г. Новосибирск). Выявление нуклеиновых кислот возбудителей клещевых трансмиссивных инфекций (КТИ) в анализируемых пробах проводили с помощью набора реагентов «РеалБест ДНК *Anaplasma phagocytophilum / Ehrlichia muris, Ehrlichia chaffeensis*» (ЗАО «Вектор-Бест», г. Новосибирск) и термоциклера с флуоресцентной детекцией в режиме реального времени *iQ5* iCycler и Real-Time CFX96 Touch (Bio-Rad, США), согласно инструкциям производителя [1].

Для исследований использовали по 100 мкл фракции суммарной НК, выделенной из напитавшихся клещей.

Анализ результатов проводился с помощью программы Excel.

Результаты и их обсуждение. В Хабаровском крае при изучении зараженности возбудителями клещей, удаленных после присасывания с жителей Хабаровского края в 2014–2017 гг., ДНК *A. phagocytophilum* была выделена в 30 экз. из 472 (6,4 ± 1,13 %), а ДНК возбудителей МЭЧ в 13 экз. из 472 (2,8 ± 0,76 %) [5]. В сезон 2017–2018 гг. аналогичные показатели оказались несколько ниже и составили 4,7 ± 1,22 и 1,3 ± 0,65 % соответственно. Динамика инфицированности клещей в 2017–2018 гг. представлена в таблице.

Динамика инфицированности клещей возбудителями переносчиков КТИ в течение эпидемического сезона 2017–2018 гг.

Период наблюдения	ДНК *A. phagocytophilum*			ДНК *E. muris, E. chaffeensis*		
	исследовано проб	положительных	%	исследовано проб	положительных	%
27.03– 30.04	16	0	0	16	0	0
01.05–31.05	65	0	0	65	3	4,6 ± 2,60
01.06–30.06	119	10	8,4 ± 2,54	119	1	0,8 ± 0,82
01.07–31.07	65	2	3,1 ± 2,15	65	0	0
01.08–31.08	20	2	10,0 ± 6,88	20	0	0
01.09–30.09	9	0	0	9	0	0
01.10–31.10	7	0	0	7	0	0
Всего	301	14	4,7 ± 1,22	301	4	1,3 ± 0,65

При этом в 2017 г. методом ПЦР в реальном времени ДНК *A. phagocytophilum* и ДНК *E. muris, E. chaffeensis* были выделены в равных количествах – в 3 пробах (2,5 ± 1,43 %) соответственно. За 2018 г. ДНК *A. phagocytophilum* выявлена в 11 пробах (6,0 ± 1,76 %), а ДНК *E. muris, E. chaffeensis* – в одной (0,5 ± 0,52).

Суммарно за последние два года кривая динамики зараженности *A. phagocytophilum* оказалась двугорбой – в июне инфицированность клещей составила 8,4 ± 2,54 % (10 из 119 проб), снизившись в июле до 3,1 ± 2,15 (2 из 65 проб), а затем вновь возросла в августе – до 10,0 ± 6,88 (2 из 20 проб). С сентября возбудитель ГАЧ в клещах не обнаруживался (рисунок).

Количество особей иксодовых клещей, содержащих ДНК *E. muris, E. chaffeensis*, было максимальным в мае и составило 4,6 ± 2,60 % (3 из 65 проб). В дальнейшем оно снизилось до 0,8 ± 0,82 (одна из 119 проб) в июне и до нулевого показателя в июле. Повторного подъема инфицированности клещей возбудителями эрлихиоза не отмечено.

В целом зараженность переносчиков возбудителем ГАЧ (*A. Phagocytophilum*) оказалась в 3,6 раза больше, чем возбудителями МЭЧ (*E. muris, E. chaffeensis*), – соответственно 4,7 ± 1,22 % и 1,3 ± 0,65 % (p<0,05).

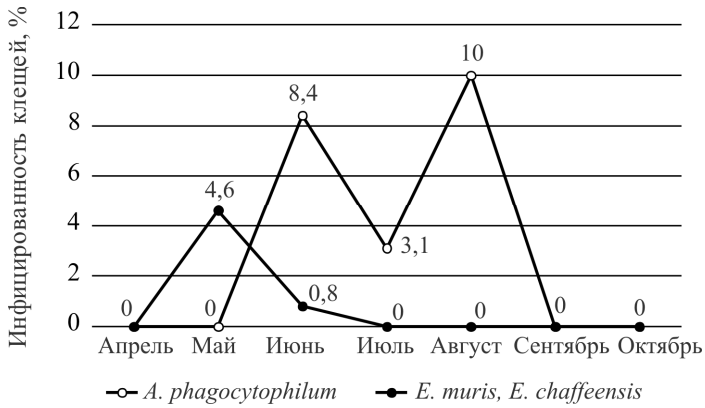


Рис. Инфицированность *A. phagocytophilum* и *E. muris, E. chaffeensis* иксодовых клещей в период с апреля по октябрь 2017–2018 гг.

Отсутствие возбудителей ГАЧ и МЭЧ в конце эпидемического сезона КТИ (в сентябре – октябре), вероятно, обусловлено преобладанием среди клещей, доставленных на исследование в этот период, представителей вида *I. persulcatus* и особенностями их жизненного цикла. Однако следует отметить, что изменения показателей инфицированности клещей *A. phagocytophilum* в течение всего весенне-летнего периода оказались статистически незначимыми (p>0,05) и требуют дальнейшего изучения. Напротив, разница в показателях зараженности иксодовых клещей возбудителями *E. muris, E. chaffeensis* в мае и июле, а также в июле и августе оказалась статистически достоверной (p<0,05).

Заслуживает внимания тот факт, что инфицированность возбудителями ГАЧ и МЭЧ за последних два эпидемических сезона была выявлена только у клещей вида *I. persulcatus*.

Выводы. В Хабаровском крае в последние два года наблюдения показатели зараженности иксодовых клещей *A. phagocytophilum* достоверно превышают таковые *E. muris, E. chaffeensis* (p<0,05).

Полученные результаты изучения динамики показателей инфицированности переносчиков позволяют предполагать, что в период с мая по июль имеется высо-

кий риск заражения населения гранулоцитарным анаплазмозом и моноцитарным эрлихиозом человека, однако для гранулоцитарного анаплазмоза данный риск сохраняется еще и в августе.

Список литературы

1. Бондаренко Е.И., Титов С.Е., Иванов М.К. Выявление возбудителей гранулоцитарного анаплазмоза и моноцитарного эрлихиоза человека методом ПЦР в реальном времени // Новости «Вектор-Бест». – 2012. – № 1 (63). – С. 2–8.

2. Выявление природных очагов гранулоцитарного анаплазмоза (ГАЧ) и моноцитарного эрлихиоза человека (МЭЧ) на территории Красноярского края / Е.К. Дорощенко, О.В. Лисак, Т.Г. Хазова, В.А. Рар, И.В. Козлова // Бюлл. СО РАМН. – 2013. – № 2 (90). – Ч. 2. – С. 94–99.

3. Выявление эрлихий и анаплазм в клещах *I. persulcatus* на Урале и в Азиатской части России / С.Н. Шпынов, Н.В. Рудаков, P.-E. Fournier, D. Raoult // Актуальные проблемы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения: материалы 3-й Региональной научно-практической конференции, посвященной 80-летию санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации. – Омск, 2002. – С. 266–269.

4. Драгомерецкая А.Г. Распространение на территории Хабаровского края возбудителей гранулоцитарного анаплазмоза человека и моноцитарного эрлихиоза человека / А.Г. Драгомерецкая, Т.В. Мжельская, О.Е. Троценко, А.П. Романова, Л.И. Иванов, Н.П. Высочина // Дальневосточный журнал инфекционной патологии. – 2018. – № 34. – С. 38–42.

5. Коренберг Э.И., Помелова В.Т., Осин Н.С. Природно-очаговые инфекции, передающиеся иксодовыми клещами. – М., 2013. – 465 с.

6. Коренберг Э.И. Эрлихиозы – новая для России проблема инфекционной патологии // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 1999. – № 4. – С. 6–10.

7. Генетическое разнообразие эрлихий и анаплазм на территории азиатской части России / В.А. Рар, Н.Н. Ливанова, Н.М. Пуховская, И.В. Козлова, Л.И. Иванов // Инфекции, передаваемые клещами в Сибирском регионе. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. – С. 309–320.

8. Результаты исследования методом ПЦР носителей и переносчиков на наличие возбудителей клещевых боррелиозов, моноцитарного эрлихиоза и гранулоцитарного анаплазмоза человека в природных очагах Ростовской области / Л.В. Романова, И.В. Дворцова, Э.А. Москвитина, Т.Н. Бородина, Н.Л. Пичурина, А.П. Савченко, М.В. Забашта, И.В. Орехов, А.В. Забашта // Проблемы особоопасных инфекций. – 2017. – № 4. – С. 81–85.

9. Rar V., Golovljova I. Anaplasma, Ehrlichia and “Candidatus Neoehrlichia” bacteria: pathogenicity, biodiversity, and molecular genetic characteristics, a review // Infect. Genet. Evol. – 2011. – Vol. 11, №. 8. – P. 1842–1861. DOI: 10.1016/j.meegid.2011.09.019

Ведение токсикологического мониторинга на территории Республики Татарстан с целью формирования здорового общества

А.А. Титова, Р.Г. Билалова, Е.В. Быкова

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Татарстан (Татарстан), г. Казань, Россия

Проведен анализ острых отравлений химической этиологии. Выявлено, что острые отравления преобладают среди мужчин. В структуре острых бытовых отравлений химической этиологии большую часть занимают отравления химическими веществами, отравления лекарственными препаратами, алкоголем и спиртосодержащей продукцией, а также наркотическими веществами. Также установлено, что острые бытовые отравления химической этиологии в основном носят индивидуальный характер (92,8 %).

На сегодняшний день острые отравления химической этиологии являются серьезной проблемой медико-социального характера, решение которой зависит от взаимодействия учреждений здравоохранения, органов исполнительной власти, представителей надзорных органов, а также бизнес-структур и некоммерческих организаций, вовлекаемых в производство и распространение в обществе химических веществ бытового и другого назначения.

Ключевые слова: токсикологический мониторинг, острые отравления химической этиологии, отравления алкоголем и спиртосодержащей продукцией, мониторируемые виды.

Острые отравления химической этиологии являются одной из причин формирования негативных тенденций в состоянии здоровья населения. Отличаясь особой быстротой и тяжестью процесса, острые отравления представляют серьезную опасность для здоровья населения. Управлением Роспотребнадзора более 15 лет (с 2001 г.) в Республике Татарстан ведется токсикологический мониторинг в автоматизированной системе «Социально-гигиенический мониторинг» [1]. Изучение причин и частоты регистрации неинфекционных заболеваний с помощью эпидемиологического метода позволяет получить ценные сведения о распространенности острых отравлений в быту среди населения и факторах, обусловливающих их развитие [2, 3].

В 2017 г. в Республике Татарстан зарегистрировано 3056 случаев острых отравлений химической этиологии в быту, что составляет 79,0 на 100 тыс. населения. С 2013 по 2014 г. наблюдается рост количества отравлений на 9,6 % (в 2014 г. – 121,5 на 100 тыс. населения, в 2013 г. – 110,8 на 100 тыс. населения), но за последние 5 лет прослеживается тенденция к снижению в 1,4 раза.

Среди подросткового населения (в возрасте 15–17 лет) с 2013 по 2017 г. наблюдается снижение на 4,8 %. Среди детского населения (в возрасте 0–14 лет) с 2013 по 2015 г. наблюдается рост на 18,4 % (из-за отравлений лекарственными препаратами), а в 2015–2017 гг. наблюдается снижение на 21,4 %. Основную долю отравившихся составляют лица в возрасте 18 лет и старше – 74,4 %.

Из общего числа случаев острых отравлений химической этиологии в быту лидирующие позиции занимают случайные обстоятельства, отравления посредст-

вом опьянения, самолечения, вследствие ошибочного приема, в результате побочного действия и т.п. (51,6 %). На втором месте – преднамеренные обстоятельства отравления, целью которых может быть получение эффекта наркотического опьянения, одурманивания, сюда же относятся суицидальные попытки и др. (25,8 %). На другие обстоятельства приходится 22,6 %.

Проведенный анализ острых отравлений химической этиологии по половой структуре показал, что острые отравления преобладают среди мужчин – 61,2 %, среди женщин встречаются в 1,6 раза реже (38,8 %).

Распределение пострадавших по социально-профессиональным группам выглядит следующим образом: безработные составляют 41,5 %, работающее население – 16,7 %; пенсионеры – 16,6 %; школьники (7–17 лет) – 7,6 %; неорганизованные дети (0–14 лет) – 11,2 %; дети, посещающие ДДУ (3–6 лет), – 3,4 %; учащиеся – 2,8 %; люди с неопределенным местом жительства – 0,2 %. За последние 5 лет наблюдается снижение доли отравлений среди работающего населения на 5,1 %, но в то же время увеличился удельный вес пенсионеров и неорганизованных детей на 4,3 и 2,0 % соответственно.

В структуре острых бытовых отравлений химической этиологии 33 % приходится на отравления другими мониторируемыми видами химических веществ, 32,1 % – отравления лекарственными препаратами, 22,9 % – алкоголем и спиртосодержащей продукцией, 12,0 % – наркотическими веществами.

Основная доля отравлений другими мониторируемыми видами в 2017 г. приходится на токсическое действие окиси углерода – 32,5 %; пестицидов (в том числе чемеричной настойки) – 7,7 %; разъедающих веществ (в том числе уксусной кислоты и уксусной эссенции) – 8,0 %; органических растворителей – 5,7 %; ядовитых веществ, содержащихся в съеденных пищевых продуктах, – 9,0 %; от контакта с ядовитыми животными – 7,1 % и др.

Отравления от токсического действия окиси углерода в сравнении с 2013 г. снизилось на 1,12 % (в 2017 г. – 8,4 на 100 тыс. населения, в 2016 г. – 10,9 на 100 тыс. населения, в 2015 г. – 12,5 на 100 тыс. населения, в 2014 г. – 10,6 на 100 тыс. населения, в 2013 г. – 8,5 на 100 тыс. населения).

Отравления лекарственными препаратами занимают второе место в общей структуре острых отравлений химической этиологии. В 2017 г. на этот вид отравлений пришлось 32,1 % (25,5 на 100 тыс. населения). В течение последних пяти лет наблюдается снижение показателя в 1,5 раза (в 2013 г. – 36,9 на 100 тыс. населения, что составило 33,3 %).

Случаи острых отравлений лекарственными препаратами распространяются среди женщин и составляют 57,5 %. Это можно объяснить склонностью женщин к совершению суицида при возникновении сложных жизненных ситуаций. Средствами суицидов в основном являются препараты психотропного, снотворного, седативного, противосудорожного действия.

Отравления алкоголем и спиртосодержащей продукцией в структуре острых отравлений химической этиологии в 2017 г. составили 22,9 % (18,0 на 100 тыс. населения). По сравнению с 2013 г. (41,9 на 100 тыс. населения) показатель снизился в 2,3 раза. В 2017 г. показатель острых алкогольных отравлений в Республике Татарстан стал ниже среднероссийского уровня в 1,8 раза (32,0 на 100 тыс. населения). Тогда как в 2013 г. наблюдалось превышение этого показателя на 15 % (в РФ в 2013 г. – 36,4 на 100 тыс. населения).

В структуре отравлений алкогольсодержащей продукцией в 2017 г. 79,0 % занимают отравления этиловым спиртом; 11,8 % – метанолом; 7,5 % – спиртом неуточненным; 1,6 % – 2-пропанолом; 0,1 % – другими спиртами. Среди отравлений спиртом неуточненным 67,4 % составляют другие неуточненные спирты; 26,9 % – суррогаты алкоголя; 1,9 % – антифриз, стеклоочиститель и технический спирт.

Доля отравлений от употребления наркотических веществ и психодислептиков (галлюциногенов) в общей структуре острых отравлений в 2017 г. составила 12 % (9,5 на 100 тыс. населения). За последние пять лет отмечается тенденция к росту этого показателя в 1,9 раза (в 2013 г. – 6,9 на 100 тыс. населения, что составило 6,2 %). Рост связан с увеличением отравлений среди взрослого населения (18 лет и старше) в 1,7 раза. В 2017 г. не зарегистрированы случаи отравлений курительными смесями.

Основную долю отравившихся составили лица в возрасте 18 лет и старше – 94,8 %. На подростковое население (15–17 лет) приходится 4,9 %; на детское население (0–14 лет) – 0,3 %. Среди всех отравившихся 84,4 % случаев составили мужчины; 58,2 % – безработные; 12,8 % – работающее население; 4,9 % – школьники и учащиеся; 24,1 % – прочие.

Анализируя характер острых бытовых отравлений химической этиологии населения, отмечено, что в основном они носят индивидуальный характер – 92,8 %; на долю семейного приходится 5,1 %, массового и группового – 2,1 %.

Показатель смертности от острых отравлений химической этиологии в 2017 г. составил 13,7 на 100 тыс. населения (17,3 % от всех отравлений). В сравнении с 2013 г. (15,4 на 100 тыс. населения) наблюдается снижение в 1,12 раза. Основная доля летальных случаев приходится на возраст 18 лет и старше.

По структуре острых отравлений химической этиологии, закончившихся летальным исходом, наиболее значимыми в 2017 г. являются отравления от употребления спиртосодержащей продукции – 49,4 %. На летальный исход от отравления прочими мониторируемыми видами различных веществ приходится 35,2 %; на отравления наркотиками и психодислептиками – 11,1 %, лекарственными препаратами – 4,3 %. Летальные исходы встречаются чаще у мужского населения (75,1 %).

Выводы. Таким образом, острые отравления химической этиологии являются серьезной проблемой медико-социального характера, решение которой зависит от взаимодействия учреждений здравоохранения, органов исполнительной власти, представителей надзорных органов, а также бизнес-структур и некоммерческих организаций, вовлекаемых в производство и распространение в обществе химических веществ бытового и другого назначения.

Изучение современного состояния данной проблемы дает возможность целенаправленного проведения профилактических мероприятий по снижению как числа случаев отравлений, так и их последствий. Для снижения количества случаев отравлений и смертности от них следует обозначить основные направления:

– выполнение законодательных актов по усилению контроля за производством и реализацией алкогольной продукции, ограничение физической доступности алкоголя (уменьшение количества точек, территориальная удаленность от потребителей, жесткие ограничения по времени);

– запрещение дистанционных продаж алкоголя (в том числе через сеть Интернет) и установление механизма контроля за ними;

– ограничить доступ населения (особенно детского) к сильнодействующим лекарственных формам;

– осуществление в образовательных учреждениях профилактических программ, направленных на недопущение потребления алкоголя и наркотических веществ детьми и подростками;

– в целях снижения отравлений окисью углерода необходимо усилить разъяснительную работу среди населения по эксплуатации бытовых, отопительных приборов и газового оборудования.

Список литературы

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия в Республике Татарстан в 2017 году: Государственный доклад [Электронный ресурс] // Управление Роспотребнадзора по Республике Татарстан. – URL: http://16.rospotrebnadzor.ru/c/document_library/get_file?uuid=00156d31-6c45-4d38-b689-6d318df7d920&groupId=10156 (дата обращения: 12.07.2018).

2. Статистика здоровья населения и здравоохранения (по материалам Республики Татарстан за 2011–2015 годы): учебно-методическое пособие / А.Ю. Вафин, В.Г. Шерпутовский, Е.И. Шишмерева, Н.И. Молокович [и др.]. – Казань, 2016.

3. Форма 58-1/у. Экстренное извещение о случае острого отравления химической этиологии / утв. Приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации № 460 от 29.12.2000 г. «Об утверждении учетной документации токсикологического мониторинга [Электронный ресурс] // Сейчас.ру. – URL: https://www.lawmix.ru/pprf/63137 (дата обращения: 12.07.2018).

Раздел II

Оценка и управление рисками здоровью населения при воздействии факторов внешней среды

Трансизомеры жирных кислот в тортах и чипсах

М.А. Бакирова, Г.А. Таракова,
С.А. Быкыбаева, З.Ж. Батагоева

Казахский Национальный медицинский университет имени С.Д. Асфендиярова, г. Алматы, Республика Казахстан

Приведены данные исследования содержания трансизомеров жирных кислот в тортах и чипсах отечественного и импортного производства. Дана оценка риска для здоровья трансизомеров жирных кислот (ТЖК) в отечественных и импортных масложировых продуктах и кондитерских изделиях. Для анализа жирнокислотного состава липидов жиров и масел был использован метод газовой хроматографии. Изучены разные виды тортов с различными составами. Такие традиционно праздничные кондитерские изделия, как бисквитные, вафельно-шоколадные торты и глазированные торты содержали в среднем 11,85 % ТЖК. Установлен общий предел 2 % в жирах и маслах. Среднее содержание ТЖК на 100 г продукта было 14,69 г. В исследованных пробах чипсов было выявлено в среднем 3,2 % ТЖК. Среднее содержание ТЖК в 100 г продукта составило 4,48 г.

В результате проведенного исследования было установлено, что содержание трансизомеров жирных кислот в чипсах было ниже, чем в тортах. В этой связи, необходимо на республиканском уровне проводить мониторинг содержания ТЖК не только в масложировых продуктах, кондитерских изделии но и во всех группах пищевых продуктов.

Ключевые слова: транс-жирные кислоты (ТЖК), продукты питания, торты, чипсы, кондитерские изделия, хроматография, индекс атерогенности и тромбогенности.

Неправильное питание является важнейшим фактором риска возникновения неинфекционных заболеваний. Если не заниматься этой проблемой, то неправильное питание в сочетании с другими факторами риска повышает распространенность неинфекционных заболеваний среди различных групп населения в результате роста артериального давления, повышения содержания глюкозы в крови, нарушений липидного состава крови и избыточного веса/ожирения [1–3, 11].

Достоверно известно, что трансжиры повышают риск сердечно-сосудистых, онкологических заболеваний, сахарного диабета, увеличивают резистентность к инсулину, приводят к дислипидемии и ожирению [4, 9].

На развитие сердечно-сосудистых заболеваний оказывает влияние несбалансированность потребления масложировых продуктов, содержащих транс-изомеры жирных кислот, которые гораздо опаснее, чем насыщенные жирные кислоты.

В странах Западной Европы уже понимают необходимость устранения трансизомеров из продуктов. Отдельные страны устанавливают жесткие пределы их содержания в готовых продуктах. Всемирная организация здравоохранения в 2003 г. рекомендовала сократить уровень потребления трансизомеров жирных кислот до 1 % от общего потребления энергии. Дания была первой страной в мире, установившей в марте 2003 г. в законодательном порядке ограничение по содержанию трансизомеров в продуктах питания. В жирах и маслах установлен общий предел – 2 %. Как известно, при производстве кондитерских изделий используется большое количество жиров растительного и животного происхождения. В основном – какао-масло, кокосовое, пальмоядровое, сливочное масло, кондитерский жир и др. Введение жира

в рецептуру позволяет улучшить вкусовые свойства, повысить энергетическую ценность, улучшить пластические свойства кондитерских масс, получить необходимую структуру изделий [5, 12]. Поэтому некоторые производители для снижения себестоимости своей продукции активно используют гидрогенизированные растительные жиры, обеспечивающие необходимыми свойствами их изделия. В настоящее время интенсивно развивается мировой рынок кондитерских изделий.

Определение содержания трансизомеров жирных кислот в масложировых продуктах и в кондитерских изделиях в Республике Казахстан производится впервые. В ходе реализации работы выявлены отечественные и импортные продукты с ассортиментной фальсификацией продукции (заменой дорогих и ценных масел дешевыми маслами, вредными для здоровья) [5–8, 10].

Цель исследования – оценка риска для здоровья трансизомеров жирных кислот в отечественных и импортных масложировых продуктах и кондитерских изделиях.

Материалы и методы. Для анализа жирнокислотного состава липидов жиров и масел использован метод газовой хроматографии (ГОСТ Р 51483-99). Выполнение измерений массовой концентрации жирных кислот выполнялось методом газовой хроматографии с использованием пламенно-ионизационного детектора и колонки DB-23 (60 m, 0,25 mm, 0,25 мкм). В качестве стандартов применялась смесь стандартов метиловых эфиров жироных кислот Supelco № 18919 (F.A.M.E. Mix, C4–C24). Атерогенный и тромбогенный индексы рассчитывались в соответствии с формулой Ульбрихта и Саутгейта на основании соотношения жирных кислот в исследованном образце.

Результаты и их обсуждение. В нашем исследовании были изучены разные виды тортов с различными составами. Такие традиционно праздничные кондитерские изделия, как бисквитные, вафельно-шоколадные торты и глазированные торты содержали в среднем 11,85 % трансжирных кислот (ТЖК). Среднее содержание ТЖК на 100 г продукта было 14,69 г. Максимальное и минимальное содержание трансизомеров жирных кислот в образцах было от 27,0–24,0 до 4,68 г. В жирнокислотном составе исследованных образцов преобладали полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), при среднем содержании насыщенных жирных кислот (НЖК) и мононенасыщенных жирных кислот (МНЖК) не более 22,14 и 22,88 % соответственно. Содержание ТЖК от количества жира в продукте было равно 2,74 % (таблица).

В исследованных пробах чипсов было выявлено в среднем 3,2 % ТЖК. Среднее содержание ТЖК в 100 г продукта составило 4,48 г. Все образцы чипсов в среднем содержали 15,42 % НЖК, 16,82 % МНЖК и 67,67 % ПНЖК. Это говорит о преобладании в составе растительных жиров, о чем свидетельствует их низкий коэффициент АТ и ИТ. Содержание ТЖК от количества жира в продукте было равно 2,75 %.

Жирнокислотный состав исследованных образцов тортов был различным, но в среднем содержание НЖК – 13,26 %, МНЖК – 29,85 %, ПНЖК – 56,9 %. Жирнокислотный состав всех проб тортов преимущественно состоял из растительной фракции жиров. Содержание ТЖК от количества жира в продукте было равно 0,64 %.

По данным нашего исследования более высокими медианными показателями атерогенного и тромбогенного риска, чем остальные группы продуктов, обладали пробы масла сливочного, мини-рулетов, тортов (рис. 1).

Таким образом, наши данные свидетельствуют о том, что из перечня исследованных масложировых продуктов и кондитерских изделии именно сливочное масло, мини-рулеты и торты обладают относительно высоким рисковым фактором

развития обменно-алиментарных заболеваний, чем другие группы исследованных пищевых продуктов.

Уровни содержания трансизомеров жирных кислот в исследованных пробах тортов и чипсов

Торты		Чипсы	
Номер пробы	Процент ТЖК к общему количеству ЖК (%, Mass)	Номер пробы	Процент ТЖК к общему количеству ЖК (%, Mass)
Проба № 32	14,86	Проба № 28	2,47
Проба № 33	15,75	Проба № 29	3,34
Проба № 34	8,67	Проба № 30	2,88
Проба № 35	10,73	Проба № 31	2,24
Проба № 36	16,25	Проба № 64	3,47
Проба № 39	7,38	Проба № 111	3,65
Проба № 41	3,43	Проба № 119	3,47
Проба № 45	7,34	Проба № 120	3,47
Проба № 47	8,38	Проба № 121	3,40
Проба № 48	12,33	Проба № 122	3,01
Проба № 49	18,81	Проба № 123	3,06
Проба № 50	15,42	Проба № 124	3,89
Проба № 51	14,76		
Сред.значение	11,85	Сред.значение	3,20
Медиана	12,33	Медиана	3,37
Максимум	18,81	Максимум	3,89
Минимум	3,43	Минимум	2,24
СО	4,55	СО	0,48

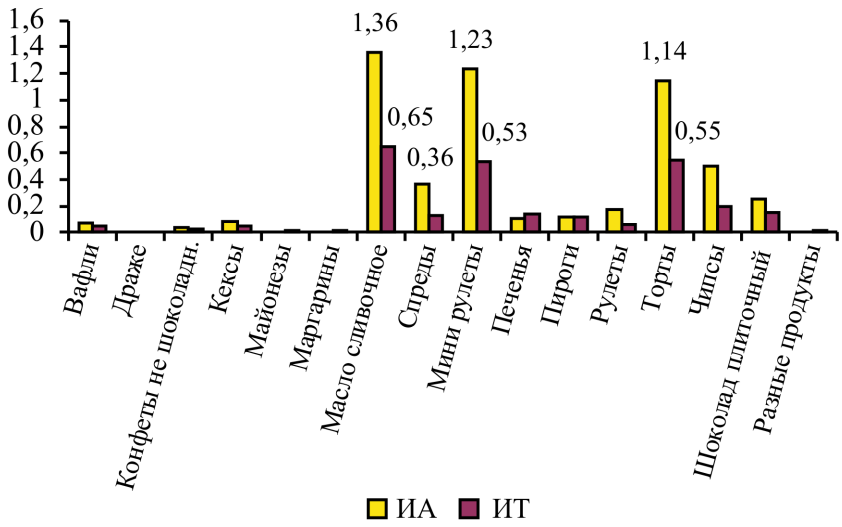


Рис. 1. Медианные показатели индекса атерогенности (ИА) и тромбогенности (ИТ) исследованных масложировых продуктов и кондитерских изделий

Выводы. В результате проведенного исследования было установлено, что содержание трансизомеров жирных кислот в чипсах было ниже, чем в тортах (рис. 2).

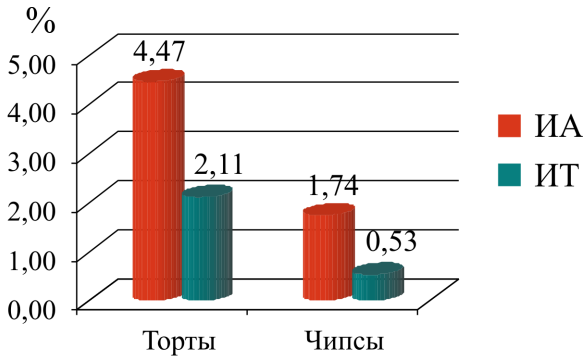


Рис. 2. Индексы атерогенности (ИА) и тромбогенности (ИТ) исследованных проб тортов и чипсов

В этой связи необходимо на республиканском уровне проводить мониторинг содержания ТЖК не только в масложировых продуктах, кондитерских изделиях, но и во всех группах пищевых продуктов.

Список литературы

1. Маркетинг пищевых продуктов и безалкогольных напитков ориентированный на детей // Шестьдесят третья сессия Всемирной ассамблеи здравоохранения: резолюция и решения, принятые 21 мая 2010 г. – Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2010. – С. 27–29.

2. Aro A., Sebedio J.L., Christie W.W. Trans fatty acids in human nutritions. – Dundee: The Oily Press Lipid Library,1998. – Vol. 9. – P. 234–260.

3. Chronic disease prevention: health effects and financial costs of strategies to reduce salt intake and control tobacco use / P. Asaria [et al] // The Lancet. – 2007. – Vol. 370. – P. 2044–2053.

4. Codex alimentarius. Жиры, масла, производные продукты. – М.: Весь мир, 2007. – 65 p.

5. Dietary fat intake and the risk of coronary heart disease in women / F.B. Hu, M.J., Stampfer J.E. Manson, E. Rimm, G.A. Colditz, B.A. Rosner, C.H. Hennekens, W.C. Willett // New England Journal of Medicine. – 1997. – Vol. 337, № 2. – P. 1491–1502.

6. Dietary transfatty acids and cancer risk. Canadian Cancer Registries Epidemiology Research Group / J. Hu, C. La Vecchia, M. de Groh, E. Negri, H. Morrison, L. Mery // Eur. J. Cancer. Prev. – 2011. – Vol. 20, № 6. – P. 530–538. DOI: 10.1097/CEJ.0b013e328348fbfb

7. Intake of *trans f*atty acids from partially hydrogenated vegetable and fish oils and ruminant fat in relation to cancer risk / I. Laake, H.M. Carlsen, I. Pedersen, E. Weiderpass, R. Selmer, I.B. Thune, B. Marit // International Journal Of Cancer. – 2013. – Vol. 132, № 6. – P. 1389–1403.

8. Interim summary of conclusions and dietary recommendation on Total fat and fatty acids. From the Joint FAO/WHO Expert Consultation on Fats and Fatty Acids in Human Nutrition (10–14 November 2008). – Geneva, 2008. – 15 p.

9. Lipotoxicity: effects of dietary saturated and transfattyacids / D. Estadella, C.M. da Penha Oller do Nascimento, L.M. Oyama, E.B. Ribeiro, A.R. Dâmaso, A. de Piano // Mediators Inflamm. – 2013. – Vol. 2013. – P. 137579. DOI: 10.1155/2013/137579

10. Trans fatty acid isomers and the trans-9/trans-11 index in fat containing foods / K. Kuhnt, M. Baehr, R. Carsten, G. Jahreis // Eur. J. Lipid. Sci. Technol. – 2011. – Vol. 113, № 10. – P. 1281–1292.

11. Trans fatty acids and coronary heart disease / A. Ascherio, M. Katan, P.L. Zock, M.J. Stampfer, W.C. Willet // New England Journal of Medicine. – 1999. – Vol. 340. – P. 1994–1998.

12. WHO Scientific Update on Health Consequences of Trans Fatty Acids [Электронный ресурс] // European Journal of Clinical Nutrition. – URL: http: //www.nature.com/ejcn/journal/v63/n2s/index.html (дата обращения: 16.03.2014).

Обеспечение безопасности пищевой продукции на основе оценки риска здоровью

В.А. Бондарев[1], С.И. Савельев[2], Е.А. Голованова[1], С.А. Новоселова[1], Н.В. Нахичеванская[2]

[1]Управление Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Липецкой области,
[2]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области»,
г. Липецк, Россия

Одним из путей оптимизации надзора за безопасностью пищевой продукции, обращаемой на рынке, является переход на риск-ориентированную модель выбора видов продукции, подлежащих первоочередному контролю. Данный подход основан на учете масштабов потребления пищевой продукции, известных видов опасностей, результатов контрольно-надзорной деятельности. По результатам проведенных расчетов пищевая продукция с чрезвычайно высоким потенциальным риском причинения вреда здоровью не установлена. К приоритетным видам продукции, формирующим наибольшие риски, отнесены птица и птицепродукты, молочная продукция, масложировые продукты, рыба и рыбопродукты, бахчевые культуры. В отношении данных продуктов необходимо первоочередное проведение лабораторного контроля.

Ключевые слова: безопасность пищевой продукции, риск здоровью, лабораторный контроль, риск-ориентированный подход, категория риска.

В соответствии с подходами, признанными на международном и европейском уровнях, меры по обеспечению безопасности пищевой продукции должны реализоваться с применением методологии анализа риска [3, 4, 5].

Техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» ТР ТС 021/2011[1] установлено, что безопасность пищевой продукции – это состояние пищевой продукции, свидетельствующее об отсутствии недопустимого риска, связанного с вредным воздействием на человека и будущие поколения.

Аналогичные положения закреплены в Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 г. В рамках реализации данного программного документа предполагается внедрение риск-ориентированного подхода при осуществлении государственного контроля (надзора) в области обеспечения качества и безопасности пищевой продукции.

Для защиты граждан от некачественной и потенциально опасной для здоровья потребительской продукции Роспотребнадзором используется весь набор законодательно закрепленных инструментов контроля и надзора [1].

Так, специалистами Управления Роспотребнадзора по Липецкой области в 2017 г. изъято из оборота 878 партий недоброкачественных продуктов питания общим объемом свыше 3 тонн, которые не соответствовали гигиеническим нормативам по микробиологическим, физико-химическим показателям, содержанию контаминантов химической природы и/или не имели документов, подтверждающих соответствие обязательным требованиям. Наибольшее количество продукции снято с реализации по таким товарным группам, как «Мясо и мясопродукты», «Птица» – 1182 кг, «Молоко и молочные продукты» – 161 кг, «Плодоовощная продукция» – 89 кг, «Рыба и рыбопродукты» – 71 кг.

Актуальность защиты населения от некачественных и потенциально опасных для здоровья пищевых продуктов ставит задачу оптимизации надзора за продукцией. С учетом широкого ассортимента выпускаемой пищевой продукции и существенном расширении параметров для оценки безопасности товаров лабораторно-инструментальные исследования, сопровождающие контрольно-надзорные мероприятия, должны проводиться целенаправленно и результативно [1].

Испытательный лабораторный центр ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области» выполняет исследования пищевой продукции на соответствие 8 техническим регламентам Таможенного союза по 500 показателям. Причем ежегодно проводится работа по расширению номенклатуры определяемых показателей. Ежегодно для оценки безопасности и качества проводится отбор порядка 18 тыс. проб пищевых продуктов, выполняется более 120 тыс. исследований.

Таким образом, встает проблема обоснованного выбора приоритетов при организации контроля. Прежде всего, это касается четкого выделения товаров, формирующих наибольшие риски для здоровья потребителей.

Для решения поставленной задачи Роспотребнадзором в 2016 г. разработана и утверждена методика классификации пищевой продукции по риску причинения вреда здоровью потребителей. Потенциальный риск причинения вреда в методических рекомендациях рассматривается как следствие нарушений требований и нормативов, установленных для определенных видов пищевой продукции санитарным законодательством, техническими регламентами, выявленных в результате надзорных мероприятий в отношении хозяйствующих субъектов [2].

---

[1] ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции: технический регламент Таможенного союза [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/902320560 (дата обращения: 18.08.2018).

Оценка потенциального риска причинения вреда здоровью потребителя выполняется через анализ вероятности нарушения требований законодательства к безопасности продуктов питания, тяжести нарушения здоровья вследствие использования потребителем небезопасной пищевой продукции и особенностей объемов потребления пищевой продукции.

Для классификации отдельных видов пищевой продукции используется шкала, предусматривающая деление на шесть классов по степени риска причинения вреда здоровью (чрезвычайно высокий, высокий, значительный, средний, умеренный и низкий риск).

Расчеты потенциального риска причинения вреда здоровью потребителей на территории Липецкой области проведены на основании официальной статистической информации за 2015–2017 гг.

При определении коэффициента, характеризующего региональные особенности потребления отдельных видов пищевой продукции (*W*), установлено, что при аналогичной среднероссийской структуре потребления продуктов питания (первые ранговые места занимают молоко и молочные продукты, хлебобулочные и кондитерские изделия, овощи, включая картофель), в области отмечается более высокое потребление на душу населения таких пищевых продуктов, как масложировые продукты, фрукты, птица и птицеводческие продукты, картофель, хлебобулочные и кондитерские изделия, рыба. Несколько ниже потребление мяса и мясопродуктов, овощей, молока и молочных продуктов.

Показатели, характеризующие безопасность пищевой продукции в Липецкой области, лучше, чем таковые по Российской Федерации. В анализируемый период удельный вес проб продовольственного сырья и пищевых продуктов, не соответствовавших гигиеническим нормативам по содержанию химических загрязнителей, отмечен на стабильно низком уровне – менее одного процента (0,46–0,17 %). В структуре химических загрязнителей преобладают нитраты.

Доля проб, не отвечающих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям, не превышает 4 % (3,64–2,7 %). По среднемноголетним данным наибольший удельный вес нестандартной продукции выявлен в группах продуктов «Молоко и молочные продукты» (5,4 %), «Птица и птицепродукты» (4,4 %), «Рыба и рыбопродукты» (2,8 %), «Мясо и мясопродукты» (2,6 %).

По результатам расчетов потенциального риска причинения вреда здоровью потребителей пищевая продукция с чрезвычайно высоким и высоким риском не установлена. Значительный риск имеет рыба и рыбопродукты, молоко и молочные продукты, бахчевые культуры, жировые растительные продукты, птица и птицепродукты; средний риск – масложировые продукты, хлебобулочные и кондитерские изделия, мукомольно-крупяные изделия, овощи, соки; умеренный риск – мясо и мясопродукты, консервы, картофель. Пищевая продукция с низким уровнем риска отсутствует.

Отнесение продукции к тому или иному классу является основанием для определения частоты, содержания и объемов лабораторных исследований при проведении контрольно-надзорных мероприятий в отношении хозяйствующих субъектов, осуществляющих обращение данной продукции на рынке.

На основании полученных данных проводится формирование плана лабораторных исследований при проведении контрольно-надзорных мероприятий в отношении хозяйствующих субъектов, осуществляющих обращение данной продукции на рынке.

Продукция, относимая к категории значительного риска, планируется по минимально-достаточному перечню факторов риска в 100 % плановых проверок ЮЛ и ИП; среднего риска – в 50 % плановых проверок; умеренного риска – в 10 % проверок.

Необходимо отметить, что перечень приоритетных видов продукции не является статичным и зависит от частоты нарушений санитарного законодательства и законодательства в сфере технического регулирования.

Таким образом, переход на организацию контрольно-надзорных мероприятий с учетом потенциального риска причинения вреда здоровью потребителей позволяет сконцентрировать усилия службы на контроле пищевых продуктов, представляющих наибольшую опасность для здоровья, повышает гарантии потребителей на безопасную продукцию, способствует более рациональному и эффективному использованию средств, выделенных на осуществление надзора, и снижению общей административной нагрузки на бизнес.

Список литературы

1. К проблеме выбора приоритетов при организации риск-ориентированного надзора за безопасностью потребительской продукции, обращаемой на едином экономическом пространстве России, Республики Беларусь и Республики Казахстан / А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 3. – С. 4–12.

2. Классификация пищевой продукции, обращаемой на рынке, по риску причинения вреда здоровью и имущественных потерь потребителей для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий: методические рекомендации. – М: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2016. – 32 с.

3. Марракешское соглашение о создании Всемирной торговой организации (Марракеш, 15 апреля 1994 г.) (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс] // Гарант. – URL: http://base.garant.ru/2541158/ (дата обращения: 16.08.2018).

4. Об установлении общих принципов и требований продовольственного законодательства, об учреждении Европейского органа по безопасности пищевых продуктов, а также об установлении процедур в отношении безопасности пищевых продуктов: регламент № 178/2002 Европейского парламента и Совета Европейского союза (Принят в г. Брюсселе 28.01.2002) [Электронный ресурс]. – URL: https://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/usefulinf/files/es178-2002.pdf (дата обращения: 16.08.2018).

5. Стандарты Комиссии Кодекс Алиментариус [Электронный ресурс]. – URL: http://www.icc-iso.ru/toclients/clause/609/ (дата обращения: 16.08.2018).

Гигиеническая оценка режима питания студентов–медиков

М.В. Глухих[1], А.Я. Перевалов[2]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
[2]ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
г. Пермь, Россия

Представлена гигиеническая оценка режима питания студентов. Было опрошено 109 студентов I и VI курсов Пермского государственного медицинского университета медико-профилактического факультета в возрасте от 17 до 31 года, среди них 85 девушек (78 %), 24 юноши (22 %). Опрос был произведен методом интервью с использованием альбома с фотографиями продуктов в натуральную величину. Проведенный анализ дневников питания студентов I и VI курсов медицинского университета показал, что большая часть студентов не соблюдает принципы рационального сбалансированного питания в части выбора времени приема пищи, что может свидетельствовать о недостаточности знаний студентов-медиков в области гигиены питания.

Ключевые слова: студенты, питание, режим питания, нерациональное питание.

Введение. Сохранение здоровья нации – это один из важнейших приоритетов любого государства, особенно в современной политической и экономической ситуации в мире [5]. Помимо государственного интереса здоровье – это важное качество для любого человека. Одним из предопределяющих факторов здоровья и продолжительности жизни является питание. Полноценное и сбалансированное питание – это роскошь в современном мире, доступная не всем людям, однако питание каждого можно сделать рациональным. В настоящее время наблюдается тенденция к увеличению потребления жиров растительного происхождения и простых углеводов, а также дефицит витаминов группы В, пищевых волокон, микро- и макроэлементов [3]. Сложившуюся ситуацию можно объяснить современным режимом дня, когда в угоду экономии времени люди уменьшают продолжительность таких важных составляющих, как сон и питание. Нарушая рациональность режима питания, люди неосознанно подвергают свое здоровье большому риску, отдавая при этом предпочтение полуфабрикатам, блюдам быстрого приготовления, которые отличаются большой энергоемкостью и несбалансированностью. Все это, в конечном счете, приводит к увеличению, как среди взрослых, так и среди детей, заболеваемости такими «болезнями цивилизации», как сердечно-сосудистая, эндокринная, пищеварительная патологии, а также онкологические заболевания [2, 8]. Поэтому важным для будущего всего общества будет являться сохранение здоровья подрастающего поколения. Именно от этого будет зависеть работоспособность, долголетие, способность к деторождению, адаптационные возможности. Студенты, как представители молодежи, являются группой риска по нерациональному питанию, так как на них действуют такие социальные факторы, как большой объем ум-

ственной нагрузки, дефицит времени, дефицит денежных средств, все это негативно сказывается на их режиме дня [1, 4, 6, 7]. Под влиянием данных, постоянно действующих факторов адаптационный резерв, обусловленный молодостью, истощается, и по окончании высшего учебного заведения молодой специалист приходит на работу уже с функциональными отклонениями и заболеваниями, что негативно влияет на работоспособность самого специалиста и, как следствие, эффективность и экономическое развитие как для отдельно взятой организации, так и для страны в целом. Учитывая, что сегодняшние абитуриенты изначально имеют функциональные отклонения и соматические заболевания, то прогноз становится еще более неблагоприятным. Очевидно, что профилактика и исправление возникшей ситуации будут возлагаться на сегодняшних студентов-медиков, завтрашних врачей. Поэтому практическое применение полученных в университете знаний о здоровом питании, а также состояние здоровья студентов-медиков как индикаторной группы социального благополучия населения являются наиболее интересными для изучения.

Цель исследования – дать гигиеническую характеристику режима питания студентов-медиков Пермского государственного медицинского университета им. академика Е.А. Вагнера.

Материалы и методы. Были опрошены 109 студентов I и VI курсов Пермского государственного медицинского университета медико-профилактического факультета в возрасте от 17 до 31 года, среди них 85 девушек (78 %), 24 юноши (22 %). Для оценки режима питания использовался метод анкетирования. Содержание анкеты включало в себя данные о возрасте, уровне доходов, месте проживания. Регулярность питания оценивали по кратности приемов пищи и сохранению интервала в 4 часа между приемами. Также использовался метод 24-часового воспроизведения суточного рациона в течение семи дней, один из которых был выходным от учебы. Количество потребленных продуктов устанавливалось методом интервью с использованием альбома с фотографиями в натуральную величину.

Результаты и их обсуждение. В ходе исследования были установлены следующие нарушения режима питания: 11 студентов (10 %) питаются шесть раз в день, 24 (22 %) – пять раз в день, 46 (42 %) – четыре раз в день, 27 (25 %) – три раза в день, один (1 %) – два раза в день. Не завтракают 5 % студентов, не обедают – 16 %, не ужинают – 15 %. У 50 % студентов присутствуют такие приемы пищи, как второй завтрак, полдник, второй ужин, хотя чаще всего это запоздалый завтрак, обед или ужин. Нарушение режима питания, а именно превышение интервала приема пищи более чем на 4 часа наблюдается у всех студентов, однако чаще это встречается среди девушек, среди первокурсников и среди тех, кто проживает дома. Отмечено, что наиболее часто это нарушение приходится на начало недели, в то время как к концу недели режим питания почти половины студентов нормализуется. При изучении анкет обращали внимание на то, что большинство студентов предпочитали использовать в питании быстро приготовляемые блюда и полуфабрикаты. Ряд студентов указали воду, чай или кофе в качестве приема пищи. С позиции традиционных представлений о наборе блюд, входящих в каждый из приемов пищи, были рассмотрены завтрак, обед, ужин и перекусы (второй завтрак, полдник, второй ужин) без учета их энергетической и биологической ценности. Для изучения этого набора был взят один день, так как у подавляющего

большинства отмечено стереотипное питание, повторяющееся изо дня в день. Завтрак 35 % студентов можно считать полноценным рационом питания, так как они употребляли булочные или кондитерские изделия, горячее блюдо и горячий напиток, в то время как 45 % опрошенных отдавали предпочтение хлебобулочным изделиям и напитку, что не является полноценным приемом пищи. Полноценный обед, включающий в себя закуску, первое блюдо, второе блюдо (основное горячее блюдо из мяса, рыбы или птицы) и сладкое блюдо, был лишь у каждого десятого, 85 % респондентов питались условно полноценно или неполноценно, употребляя лишь одно первое или одно второе блюдо, или закуску. У 23 % студентов ужин можно считать полноценным, так как он включал в себя овощное, творожное блюдо или кашу, либо горячее блюдо и напиток, однако у большинства ужин также был условно полноценным или неполноценным. Перекусы (второй завтрак, полдник, второй ужин), представляющие собой напиток (молоко, кисломолочный продукт, кисель, сок, чай, кофе) и хлебобулочное или кондитерское изделие, были полноценными у 65 % опрошенных.

Таким образом, в ходе проведенного нами исследования режима питания студентов-медиков Пермского государственного медицинского университета им. академика Е.А. Вагнера можно сделать следующие **выводы:**

1. 99 % студентов имеет в своем рационе три приема пищи в день и более, однако считать их полноценными не представляется возможным.

2. В течение дня 70 % опрошенных отдают предпочтение перекусу в виде хлебобулочных и кондитерских изделий как самому доступному и быстрому приему пищи, иногда включая в него горячее блюдо.

3. У части респондентов (30–45 %) неполноценны или отсутствуют такие важные приемы пищи, как завтрак, обед и ужин. На данные приемы пищи приходится основной объем энергии и питательных веществ. Таким образом, мы можем утверждать о несбалансированности и нерациональности питания студентов.

4. В течение недели 62–71 % студентов не сохраняют интервал приема пищи в 4 часа, что является фактором риска возникновения пищеварительной и эндокринной патологии, таких как гастрит и ожирение.

Список литературы

1. Груздева М.А., Короленко А.В. Поведенческие факторы сохранения здоровья молодежи // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 2. – С. 41–51. DOI: 10.21668/health.risk/2018.2.05

2. Жданова-Заплесвичко И.Г. Нерациональное питание как фактор риска здоровью населения Иркутской области // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 2. – С. 23–32. DOI: 10.21668/health.risk/2018.2.03

3. Исютина-Федоткова Т.С. Гигиеническая оценка фактического питания студентов-медиков // Проблемы здоровья и экологии. – 2005. – № 4. – С. 111–117.

4. Кожевникова Н. Г. Роль факторов риска образа жизни в формировании заболеваемости студентов // Земский врач. – 2011. – № 6 (10). – С. 13–17.

5. Онищенко Г. Г. Концепция государственной политики в области здорового питания: социально-гигиенический мониторинг // Здоровое питание: воспитание, образование, реклама: материалы всероссийской научно-практической конференции. – М., 2001. – С. 147.

6. Основные проблемы питания студентов в связи с их образом жизни / О.А. Карабинская, В.Г. Изатулин, О.А. Макаров, О.В. Колесникова, А.Н. Калягин, А.Б. Атаманюк // Сибирский медицинский журнал. – 2011. – № 4. – С. 122–124.

7. Проблемы питания современного студента / Э.М. Османов, Г.П. Ронжина, Е.А. Дорофеева, А.С. Пышкина // Вестник ТГУ. – 2010. – Т. 15, № 2. – С. 685–687.

8. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: Report of the joint WHO/FAO expert consultation / WHO Technical Report Series, No. 916 (TRS 916) [Электронный ресурс] // World Health Organization. – URL: http: //www.who.int/diet-physicalactivity/publications/trs916/en/ (дата обращения: 10.08.2018).

Фталаты в непищевой продукции: источники, уровни содержания, экспозиция потребителей

Н.В. Никифорова, А.М. Андришунас, С.Е. Зеленкин

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

Представлен анализ научной литературы по проблеме содержания фталатов в непищевой продукции. Приведены данные о содержании фталатов в таких видах непищевой продукции, как упаковка, игрушки, парфюмерно-косметическая продукция, отделочные материалы. Установлено, что исследования по изучению содержания фталатов в непищевой продукции в основном сконцентрированы на упаковке, парфюмерно-косметической продукции и игрушках, одежде. В научной литературе практически отсутствуют данные о содержании фталатов в непищевой продукции, обращаемой на территории ЕАЭС. Из-за возможного негативного воздействия фталатов на организм человека и усиления рядом стран мер по их регулированию предложено проведение исследований, направленных на изучение содержания, миграции фталатов из продукции, обращаемой на территории Российской Федерации, с целью минимизации рисков здоровью населения.

Ключевые слова: фталаты, содержание, непищевая продукция, упаковка, игрушки, парфюмерно-косметическая продукция.

Фталаты относятся к группе ароматических химических веществ, содержащих фенольное кольцо с двумя присоединенными и расширенными ацетатными группами. Фталаты входят в состав полимеров, которые используются для производства большого количества товаров: упаковка, игрушки, непромокаемая одежда, обои, обувь, автомобили, медицинские изделия, косметические средства и пр. [9, 13, 23]. Использование фталатов позволяет улучшать свойства продукции, повышать ее мягкость и гибкость, фиксировать запах.

Особенностью фталатов является то, что они способны диффундировать в окружающую среду, так как химически не связаны с матрицей полимеров, в которые они добавлены. По этой причине основная часть фталатов способна испаряться

с поверхности продукции при ее применении, контактируя при этом с потребителем. Установлено, что фталаты способны оказывать неблагоприятное влияние на здоровье населения. Данные вещества могут нарушать работу эндокринной системы, обладают генотоксичными и канцерогенными свойствами [25, 26]. Представители 19 стран в рамках подписания Берламонтской декларации в 2013 г. высказали озабоченность в отношении воздействия фталатов на организм и предложили усилить меры по их регулированию.

Таким образом, изучение источников, уровней, сценариев воздействия фталатов на потребителей при использовании различных видов продукции является актуальным.

Цель исследования – изучить источники, уровни, сценарии воздействия фталатов на потребителей непищевой продукции.

Материалы и методы. Для установления источников, уровней миграции и сценариев воздействия фталатов, поступающих с непищевой продукцией, проанализировано законодательство в сфере технического регулирования Евразийского экономического союза (ЕАЭС) данные научных электронных библиотек e-library, Киберленинка, Pubmed.

Результаты и их обсуждение. Анализ нормативно-правовых актов, регламентирующих содержание фталатов в непищевой продукции, показал, что на территории стран ЕАЭС нормированию по фталатам в основном подлежат те виды продукции, которые содержат в своем составе поливинилхлорид, полиэфиры, винилацетаты. Нормативы приведены в технических регламентах на продукцию и в единых требованиях к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору.

Анализ результатов научных исследований по проблеме содержания, миграции, экспозиции фталатов, поступающих с непищевой продукцией, показал, что из вышеприведенного перечня товаров особое внимание уделяется проблеме миграции фталатов из упаковки, содержанию фталатов в игрушках, косметической продукции, отделочных материалах, одежде.

Например, использование фталатов при производстве различного вида упаковок (для молочной продукции, воды, вина, пива и пр.) позволяет продлевать сроки хранения продукта, придает упаковке мягкость и гибкость [6].

На территории стран ЕАЭС выделение фталатов нормируется в упаковках, произведенных с использованием поливинилхлоридных пластиков, в резине и резинопластиковых изделиях. Из данного вида упаковок не допускается миграция дибутилфталата (DBP) в контактирующую среду. Миграция диоктилфталата (DEHP) в контактирующую среду не должна превышать 2,0 мг/л. Нормирование DEHP в воздушную среду осуществляется только для упаковок из поливинилхлоридных пластиков, норматив составляет – 0,02 ПДК$_{сс}$ в атмосферном воздухе[1].

Результаты научных исследований свидетельствуют о том, что фталаты могут содержаться в продуктах питания, контактирующих с ПВХ-пленкой, пластиковой упаковкой, содержащей ПЭТ, регенерированной целлюлозной пленкой, пластифицированной с помощью фталатов, алюминиевой фольгой-бумагой.

[1] О безопасности упаковки: технический регламент Таможенного союза (ТР ТС 005/2011) / утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 16 августа 2011 г. №769. – 2011. – 35 с.

Так, миграция DBP из ПВХ-пленок, погруженных в оливковое масло, может достигать уровня 1,1 мг/дм^2 [21].

Исследования содержания фталатов в вине и виноградных спиртах, контактирующих с полимерной упаковкой, свидетельствуют о том, что в среднем содержание в вине DBP может находиться на уровне – 0,0273 мг/кг, бутилбензилфталата (BBP) – 0,008 мг/кг, DEHP – 0,134 мг/кг. В виноградных спиртах содержание фталатов может находиться в среднем на уровне DBP – 0,314 мг/кг, BBP – 0,026 мг/кг, DEHP – 0,513 мг/кг, диизобутилфталата (DiBP) – 0,103 мг/кг [12].

Результаты исследования миграции фталатов из пластиковой упаковки, изготовленной с использованием полиэтилентерефталата (ПЭТ), в безалкогольные напитки и минеральную воду, проведенные Jasna Bošnir et al. [19], показали, что в безалкогольных напитках с добавлением различных консервантов содержание диметилфталата (DMP) может находиться в среднем на уровне – от 60,56–759,80 мкг/л, DBP – 9,00–26,75 мкг/л, диэтилфталата (DEP) – 0,0–17,14 мкг/л, BBP – 0,0–5,40 мкг/л, DEHP – 15,00–36,60 мкг/л. В минеральной воде, контактирующей с ПЭТ упаковкой, содержание фталатов определялось на уровнях DBP – 11,33 мкг/л, DEP – 0,11 мкг/л, DEHP – 8,78 мкг/л.

Стоит отметить, что вопрос миграции фталатов из ПЭТ-упаковки на настоящий день является дискуссионным. Это обусловлено тем, что для синтеза и переработки полиэтилентерефталата (ПЭТ) фталаты не используются. Также некоторыми исследованиями подтверждено, что миграция фталатов из ПЭТ-упаковки отсутствует [3]. Несмотря на это, в исследовании по поручению Рабочей палаты г. Вены «Аспекты влияния упаковки для напитков на здоровье» приведены данные о присутствии фталатов воде, хранящейся в ПЭТ-бутылках [1].

Таким образом, актуальным является проведение направленных исследований по изучению источников загрязнения продукции и напитков, контактирующих с ПЭТ-упаковкой, фталатами.

Кроме ПВХ-упаковки в которой фталаты используются в качестве пластификатора, эти вещества обнаружены в алюминиевой фольге-бумаге, используемой для упаковки масла и маргарина. Так, анализ неиспользуемых оберток для упаковки масла и маргарина, проведенный Page BD, Lacroix GM, показал, что 76–88 % от общего количества DBP и DEHP присутствуют на внешней поверхности фольги в качестве компонента защитного покрытия (промывочное покрытие). В этом же исследовании приведена информация о содержании DBP, BBzP и DEHP в масле и маргарине, упакованном в такой вид пленки на уровнях – 10,6, 47,8, и 11,9 мкг/г соответственно [20].

Фталаты обнаружены в продуктах, упакованных в регенерированную целлюлозную пленку, пластифицированную фталатами. Уровни фталатов в продуктах составляли DBP – от 0,5 до 30,8 мг/кг, ди-циклогексил фталат (DCHP) – от 0,05 до 19,8 мг/кг, BBP – от 0,05 до 9,4 мг/кг.

Также DEP в концентрациях от 1,7 до 4,5 мг/кг обнаружен в готовых запеченных продуктах, упакованных в картонные коробки с пластиковыми окошками, изготовленными с добавлением ацетата целлюлозы, пластифицированных с 16 до 17 % DEP. Авторами исследования выдвинута гипотеза о том, что попадание фталатов в пищу может быть обусловлено испарением DEP из пленки в пищу без прямого контакта [27].

Кроме того, фталаты обнаружены в различных видах бумажных и картонных изделий, которые также могут использоваться для упаковки пищевой продукции. Так, содержание DBP, DIBP, DEHP и BBP в различных бумажных полотенцах было установлено на уровнях – 1,9–2,9; 3,3–10,3; 12,5–21,0 и 9,0 мг/кг соответственно [24]. В бумаге и коробочном картоне на уровнях – DEHP – 7,0–130,8 мг/кг, DBP – 30 до 450 мг/кг, DEP – 41 мг/кг, DBP – 0,14–55 мг/кг, ди-изобутил фталат (DIPN) – 0,09–20 мг/кг [10].

Стоит отметить, что содержание фталатов в пищевых продуктах на территории ЕАЭС не нормируется (за исключением воды, расфасованной в емкости). Нормируется миграция фталатов из упаковки в модельную среду, которая позволяет имитировать достаточно ограниченный перечень пищевой продукции с четко фиксированными параметрами состава (содержание этанола, жирность, концентрация соли и пр.). Вышеперечисленные характеристики продукции способны влиять на миграцию фталатов из упаковки, поэтому расширение перечня модельных сред, используемых для оценки миграции фталатов из упаковки, позволит сделать более точный прогноз содержания фталатов в пищевых продуктах.

Фталаты в игрушках. В производстве игрушек фталаты используют в качестве пластификаторов для придания продукции гибкости и мягкости [4].

На территории стран ЕАЭС нормирование фталатов в игрушках закреплено ТР ТС «О безопасности игрушек», который устанавливает нормативы миграции для DBP, DMP, DEHP, DEP[1]. Европейский союз в 2004 г. запретил применение DBP при производстве игрушек, затем запрет распространился на DEHP, BBP, ди-изононилфталат (DINP), ди-изо-децилфталат (DIDP), ди-н-октилфталат (DNOP) [8].

Несмотря на заперт использования фталатов в детских игрушках ряда стран, другие страны допускают применение фталатов в производстве игрушек.

Проведенные «Гринпис» исследования показали, что из 16 образов пластиковых игрушек, приобретенных на рынке России, Киргизии, Армении, Казахстана и Беларуси, 31,25 % содержали очень высокие концентрации фталатов, преобладающим явился DEHP.

Так, содержание DEHP достигало уровня – 320 000 мг/кг (32 % по массе); DIBP – до 190 000 мг/кг (19 % по массе); ди (н-бутил) фталата (DnBP) – до 3060 мг/кг (0,306 % по массе), DIBP – до 36 мг/кг. В 12,5 % образцов игрушек концентрации фталатов, попадающих под ограничения, составила 0,128–0,306 % от массы, что выше установленного во многих странах лимита – 0,1 % от массы компонента игрушки [7].

Данные другого исследования по этой теме свидетельствуют о содержании фталатов в игрушках для ванной комнаты и предметов для плавания: DINP – 7297–227 000 мг/кг; BBP – 220–448 мг/кг; DIBP на уровне – 37 мг/кг; DBP на уровне – 36–49 мг/кг; DEP – 1,6 мг/кг [5].

Оценка представленных данных на соответствие требованиям ТР ТС «О безопасности игрушек» не представляется возможным, так как в регламенте установлены требования к миграции фталатов в воздух и водную среду, а не содержание вещества в продукции. Стоит отметить только, что в некоторых образцах исследованных игрушек был обнаружен DBP, присутствие которого не

[1] О безопасности игрушек: Технический регламент Таможенного союза (ТР ТС 008/2011) / утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 23 сентября 2011 г. №798. – 2011. – 20 с.

допускается техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности игрушек».

Фталаты в косметической продукции. В косметической продукции фталаты используются для удержания цвета, уменьшения хрупкости, денатурации алкоголя или фиксации аромата [13].

На территории стран ЕАЭС в парфюмерно-косметической продукции запрещено использовать DBP, DEHP, бис(2-метоксиэтил)фталат (DMEP), ди-n-пентилфталат (DnPP), диизопентилфталат (DIPP), BBP[1].

Анализ существующей информации показал, что в основном в косметической продукции обнаруживаются – DEP (30–70 % исследованных проб продукции) и DBF – (10–70 % исследованных проб продукции).

Так, DEP был обнаружен в лосьонах для тела, максимальная обнаруженная концентрация составила 5549 мкг/г продукта, в парфюмерной продукции – максимальная концентрация составила 25 542 мкг/г (медиана – 1679 мкг/г); в спреях для волос максимальная концентрация – 1223 мкг/г (медиана – 3,1 мкг/г), в дезодорантах, за исключением антиперсперантов, – 3634 мкг/г (медиана – 3,7 мкг/г) [17, 22].

На территории ЕАЭС в Республике Беларусь при проведении исследований содержания фталатов в лаке и пенке для волос установлено содержание DEP на уровне 7,8 и 8,3 мг/кг продукта соответственно. При этом авторами отмечено, что этикетки исследуемой продукции не содержали упоминания о присутствии в их составе DEP [2].

Присутствие DBP не допускается Техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности парфюмерно-косметической продукции». Вместе с тем DBP был обнаружен в лаках для ногтей, красках для дизайна ногтей, диапазон определяемых концентраций составлял от 122 до 62607 мкг/г [17].

В научной литературе имеются данные о накожной экспозиции фталатов при использовании косметической продукции. Так, по результатам исследований H.J. Koo [18] медиана суточной накожной экспозиции к DEP для взрослых женщин, использующих косметическую продукцию, составляла – 0,6 г/кг массы в день, к DEHP – 0,0006 г/кг массы в день, DBP – 0,103 г/кг массы в день.

Оценка ингаляционной экспозиция фталатов при условиях, что 100 % фталатов из косметики адсорбируются ингаляционно, показала, что средний уровень ингаляционной экспозиции фталатов составил для DEHP – 0,026 г/кг массы тела в сутки, для DEP – 81,471 г/кг массы тела в сутки, для DBP – 22,917 г/кг масса тела сутки [18].

Проведено исследование [16], в результате которого установлены величины суммарного дермального поглощения DIBP, DBP и DEHP поверхностью кожи ладони, задней части руки, плеча и головы: величина поглощения для разных частей тела составляла 0,48, 0,68 и 0,66 (мкг/кг) /день соответственно.

Фталаты в мебельной продукции, строительных и отделочных материалах. Фталаты используются при производстве строительных и отделочных материалов в качестве пластификаторов. Например, DEHP используется при производстве виниловой мебели, виниловых покрытий, стульев из ПВХ, мебели для хранения [11].

---

[1] О безопасности парфюмерно-косметической продукции: Технический регламент Таможенного союза (ТР ТС 009/2011) / утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 23 сентября 2011 г. №799. – 2011. – 225 с.

На территории стран ЕАЭС при оценке безопасности мебельной продукции и полимерных и полимерсодержащих материалов нормируются уровни миграции в воздушную среду двух фталатов – DBP, DEHP. Нормирование данных веществ предусмотрено не для всех строительных материалов, а только для тех, в изготовлении которых используются ПВХ, синтетические каучуки на основе бутадиена и сополимеров бутадиена с акрилонитрилом и стиролом, полистирол, эпоксидные смолы, полиэфирные смолы, виниловый спирт и его производные, акриловая и метакриловая кислоты, полиамид[1].

Исследования по изучению миграции и содержания фталатов в мебельной продукции, строительных, отделочных материалов малочисленны. Так, содержание DEHP в виниловых полах может составлять – 47–160 г/кг, в виниловом гобелене, используемом для обтяжки мебельной продукции, – 67–100 г/кг, в виниловой плитке содержание DEHP – 89,5 г/кг. Содержание DINP/DIDP в этом же виде товара может достигать – 6,4–310; 230–260; 270 г/кг соответственно [15]. Оценить полученные данные на соответствие гигиеническим требованиям, предъявляемым к строительным и отделочным материалам, не представляется возможным, так как нормативы установлены для миграции фталатов из продукции в окружающую среду, а не содержание вещества в продукции.

Выводы. Таким образом, анализ существующей информации показал:

1. В основном исследования, посвященные оценке экспозиции фталатов, поступающих с непищевой продукцией, сфокусированы на упаковке. За последние 15 лет отмечен рост числа исследований, посвященных проблеме присутствия фталатов в игрушках и косметике, одежде.

2. Установлено, что в исследованных типах непищевой продукции в большинстве случаев присутствуют такие виды фталатов, как диоктилфталат, дибутилфталат.

3. Некоторые образцы игрушек и лаков для ногтей содержат дибутилфталат, присутствие которого не допускается техническими регламентами Таможенного союза в отношении данных видов продукции.

4. Отмечено, что вопрос миграции фталатов из ПЭТ-упаковки на настоящий день является дискуссионным. Актуальным является проведение направленных исследований по изучению источников загрязнения продукции и напитков, контактирующих с ПЭТ-упаковкой фталатами.

5. Оценка безопасности продукции, на основе полученных данных в большинстве случаев не представляется возможной, так как в технических регламентах приведены требования к миграции фталатов в воздух и водную среду, а не содержание вещества в продукции.

6. В научной литературе мало исследований, посвященных изучению содержания фталатов в непищевой продукции, обращаемой на территории ЕАЭС.

Актуальным является проведение исследований, направленных на изучение содержания, миграции фталатов из продукции, обращаемой на территории Россий-

[1] Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) / утверждены Решением Комиссии Таможенного союза от 28 мая 2010 года № 299. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.tsouz.ru/KTS/KTS17/Pages/P2_299.aspx (дата обращения: 27.07.2018).

ской Федерации, с целью минимизации рисков здоровью населения и задач оценки экспозиции фталатами населения.

7. Малоизученным являются вопросы контакта потребителей с непищевой продукцией (частота, длительность контакта). Актуальным является проведение исследований, направленных на изучение контакта потребителя с продукцией, содержащей фталаты, с целью установления дозы фталатов, поступающих с непищевой продукцией.

Список литературы

1. Аспекты влияния упаковки для напитков на здоровье. Информация об экологической политике № 185 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.healthwaters.ru/upload/yssledovanye-pyet_avstryja.pdf (дата обращения: 27.07.2018).

2. Определение диэтилфталата в образцах косметической продукции / Н.Л. Бацукова, Ю.А. Присмотров, Е.А. Жданович, О.Н. Замбржицкий // Здоровье и окружающая среда. – 2010. – № 16. – 278–281.

3. Викторова Л. Правда ли, что ПЭТ-бутылки для пива содержат опасные вещества? [Электронный ресурс] // Химия и жизнь. – 2015. – № 5. – URL: http://hij.ru/read/issues/2015/may/5417/ (дата обращения: 27.07.2018).

4. Игрушки без токсичных веществ – гарантия безопасности здоровья детей / «Эко-согласие», «Мама-86», Центр экологических решений. – М., 2009. – 62 с.

5. Игрушки и химическая безопасность. Первоначальный комплект документов. Пятое заседание межправительственного форума по химической безопасности. – Будапешт, 25–29 сентября 2006 г. [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.pandia.ru/text/78/242/1492-4.php (дата обращения: 27.07.2018).

6. Какая упаковка для молока «правильная»? [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.goodhouse.ru/recipes/zdorovoe-pitanie/618132/ (дата обращения 11.06.2018).

7. Нечестная игра: почему игрушки могут быть опасны для здоровья ребенка?»: итоговый отчет [Электронный ресурс]. – 2017. – 14 с. – URL: http://fairtoys.org/assets/doklad.pdf (дата обращения: 11.06.2018).

8. Сергеев О., Сперанская О. Вещества, нарушающие работу эндокринной системы: состояние проблемы и возможные направления работы. – 2014. [Электронный ресурс]. – URL: http://pops-edc.ru/wordpress/wp-content/uploads/2015/01/Brochure_EDCs_site_31122014_all.pdf (дата обращения: 11.06.2018).

9. Усков Т.Н. Содержание и пространственно-временное распределение фталатов в компонентах водных экосистем Верхней Оби: дис. … канд. техн. наук: 25.00.27. – Баранул, 2015. – 164 с.

10. Aurela B., Kulmala H., Soderhjelm L. Phthalates in paper and board packaging and their migration into Tenax and sugar // Food Addit. Contam. – 1999. – № 16 (12). – P. 571–577.

11. California proposition 65 and chemical warnings for furniture and bedding products [Электронный ресурс]. – URL: https://library.ul.com/wp-content/uploads/sites/40/2016/07/FINAL Furniture_Prop_8.pdf (дата обращения: 11.06.2018).

12. Chatonnet P., Boutou S., Plana A. Contamination of wines and spirits by phthalates: types of contaminants present, contamination sources and means of prevention // Food Addit. Contam. Part A Chem. Anal. Control Expo Risk Assess. – 2014. – № 31 (9). – P. 1605–1615.

13. Chromatographic Analysis of the Environment / edit by Leo M.L. Nollet. – CRC Press, 2005. – 1320 p.

14. Dibutyl phthalates / European Commission Health and Consumers [Электронный ресурс]. – 2014. – URL: http://ec.europa.eu/consumers/cosmetics/cosing/index.cfm?fuseaction=search.details_v2&id=29071 (дата обращения: 11.06.2018).

15. DiGangi J., Cobbing T.S.M., Rossi M. Aggregate Exposures to Phthalates in Humans [Электронный ресурс]. – 2002. – 49 p. – URL: https://www.foedevarestyrelsen.dk/Publikationer/Alle%20publikationer/2003015.pdf (дата обращения: 11.06.2018).

16. Gong M., Zhang Y., Weschler C.J. Measurement of phthalates in skin wipes: estimating exposure from dermal absorption // Environ Sci Technol. – 2014. – № 48 (13). – P. 7428–7435.

17. Hubinger J.C. A survey of phthalate esters in consumer cosmetic products // J. Cosmet. Sci. – 2010. – № 61. – P. 457–465.

18. Koo H.J., Lee B.M. Estimated exposure to phthalates in cosmetics and risk assessment // J. Toxicol. Environ. Health A. – 2004. – № 67 (23–24). – P. 1901–1914.

19. Migration of Phthalates from Containers into Drinks / J. Bošnir et al. // Food Technol. Biotechnol. – 2007. – № 45 (1). – P. 91–95.

20. Page B.D., Lacroix G.M. Studies into the transfer and migration of phthalate esters from aluminium foil-paper laminates to butter and margarine // Food Addit. Contam. – 1992. – № 9 (3). – P. 197–212.

21. Petersen J.H., Lillermark L., Lund L. Migration from PVC cling films compared with their field of application // Food Addit. Contam. – 1997. – № 14. – P. 345–353.

22. Phthalates in cosmetic and personal care products: concentrations and possible dermal exposure / D. Koniecki, R. Wang, R.P. Moody, J.P. Zhu // Environ Res. – 2011. – № 111 (3). – P. 329–336.

23. Some chemicals present in industrial and consumer products, food and drinking-water / IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. – Lyon: International Agency for Research on Cancer, 2011. – Vol. 101. – 596 p.

24. Summerfield W., Cooper I. Investigation of migration from paper and board into food-development of methods for rapid testing // Food Addit. Contam. – 2001. – № 18 (1). – P. 77–88.

25. Toxicological Profile for DiethylPhthalate. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. – 1993. – 125 p.

26. Toxicological Profile for Di-n-butylPhthalate. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. – 1990. – 184 c.

27. Xu-Liang Cao. Phthalate Esters in foods: sources, occurrence, and analytical methods // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2006. – Vol. 9 (1). – P. 21–43.

Использование методологии оценки риска здоровью населения для оценки эффективности систем водоподготовки и обоснования целевых программ

Ю.А. Новикова, В.Н. Федоров

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены
и общественного здоровья» Роспотребнадзора,
г. Санкт-Петербург, Россия

Целью исследования являлась оценка эффективности систем водоснабжения городов Ленинградской области, обеспечиваемых водой из поверхностных источников. Рассмотрены вопросы практического применения методики расчета интегральной оценки питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности на примере водоснабжения населенных пунктов Всеволожского района Ленинградской области, использующих в качестве водоисточников Ладожское озеро и р. Неву. Материалами исследования послужили результаты мониторинга качества воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, проводимого Управлением Роспотребнадзора по Ленинградской области и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ленинградской области», и производственного контроля.

Интегральный показатель качества питьевой воды является весьма информативным интегративным показателем эффективности водоподготовки, однако одна и та же величина показателя может быть получена различными сочетаниями величин рисков рефлекторно-ольфакторных, неканцерогенных и канцерогенных эффектов.

Ключевые слова: водоснабжение, риск здоровью, интегральная оценка безвредности питьевой воды, Ленинградская область.

Ухудшение качества питьевой воды под влиянием антропогенных нагрузок вызывает особенную озабоченность, поэтому обеспечение населения питьевой водой гарантированного качества стало важнейшим направлением социально-экономического развития России [5].

Высокий уровень загрязнения поверхностных источников водоснабжения является одним из факторов, влияющих на качество питьевой воды, приводит к необходимости проведения масштабной водоподготовки. Сохраняются риски, последствие которых может привести к ухудшению качества питьевой воды, подаваемой населению.

Для гигиенической оценки состояния среды обитания человека и эффективности мероприятий по ее оздоровлению в настоящее время широко применяется методика расчета риска здоровью населения [1, 2], которая позволяет в большей степени наполнить эту оценку «гигиеническим смыслом», сделать ее более тонкой и интегративной, определить степень и тенденции влияния факторов окружающей среды на здоровье населения.

Цель исследования – оценка динамики показателей риска здоровью населения на основных этапах подготовки воды поверхностных источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населенных пунктов Ленинградской области.

Материалы и методы. На территории Ленинградской области находится 1430 источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, из них 71 – поверхностный: озера (Ладожское, Серебряное и Краснохолмское), реки (Нева, Луга, Свирь, Вуокса, Волхов, Тихвинка) и т.д. Поверхностные источники характеризуются выраженными гидрохимическими особенностями. Удельный вес населения, обеспеченного доброкачественной питьевой водой, в 2017 г. составлял 81,8 % от общего населения [6]. Бедность солевого и микроэлементного состава воды поверхностных источников при определенных условиях может быть причиной возникновения среди населения ряда массовых неинфекционных заболеваний. Несмотря на то что отрицательное влияние маломинерализованных и дефицитных по солям жесткости вод на организм человека доказано, этот факт по-прежнему не учитывается при оценке водоисточников, прогнозировании схем водоподготовки, использовании способов улучшения качества питьевой воды [7]. Общепринятая технология обработки воды из поверхностных источников, особенно высокоцветной, включающая осветление, фильтрацию, коагуляцию, хлорирование, зачастую не позволяет получить питьевую воду, отвечающую гигиеническим нормативам.

Для оценки влияния питьевой воды на здоровье населения Управлением Роспотребнадзора по Ленинградской области в рамках социально-гигиенического мониторинга контролируется качество воды поверхностных и подземных источников водоснабжения в 59 населенных пунктах, где проживает почти 50 % населения области. Контроль проводится по 33 санитарно-химическим, 5 микробиологическим, одному паразитологическому и одному вирусологическому показателю.

В работе были использованы данные о составе и свойствах воды четырех систем, снабжающих города Всеволожск, Гатчина, Кингисепп и Кириши (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики рассматриваемых систем водоснабжения Всеволожского района

Водоисточник	Населенный пункт	Численность водоснабжаемого населения, чел.	Очистные сооружения			
			мощность, м^3/сут		состав	применяемые реагенты
			проектная	фактическая		
оз. Ладожское	г. Всеволожск	70391	21500	28 000–32 000	Контактные осветители; хлораторная	Электролиз поваренной соли, сернокислый алюминий
оз. Серебряное	г. Гатчина	13402	24000	24 000	Хлораторная	Гипохлорит натрия
р. Луга	г. Кингисепп	51200	40000	18 500–21 000	Контактные осветители; хлораторная	Гипохлорит натрия, аммиачная вода, сернокислый алюминий
р. Волхов	г. Кириши	52549	60000	26 000	Контактные осветители; хлораторная	Жидкий хлор, аммиачная вода, сернокислый алюминий

Для выполнения гигиенической оценки качества воды и ее влияния на здоровье населения применялась методология оценки риска здоровья населения в соот-

ветствии с Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [8] и МР 2.1.4.0032-11 [4].

В соответствии с МР 2.1.4.0032-11 расчет интегрального показателя (ИП) поводился по следующей формуле (1):

$$ИП = Риск_{р\text{-}о} / ПЗ_{р\text{-}о} + Риск_{нек} / ПЗ_{нек} + Риск_{канц} / ПЗ_{канц}, \quad (1)$$

где $ПЗ_{р\text{-}о}$, $ПЗ_{нек}$, $ПЗ_{канц}$ – приемлемые значения величин соответствующих рисков:

$$ПЗ_{р\text{-}о} = 0{,}1; \quad ПЗ_{нек} = 0{,}05; \quad ПЗ_{канц} = 0{,}00001.$$

ИП является весьма показательным, позволяющим оценить динамику результатов водоподготовки по ее стадиям и во времени [3]. Однако следует отметить, что одна и та же величина ИП может быть обусловлена различными сочетаниями величин рисков немедленных (рефлекторно-ольфакторных), неканцерогенных и канцерогенных эффектов. Немедленные эффекты, вызванные неблагоприятными органолептическими свойствами воды, заставляют население воздержаться от водопользования; в то же время они являются физиологичными, ориентировочными, лежащими вне патологии.

Риск хронического воздействия, обусловленный неканцерогенным и канцерогенным эффектами, выражает вероятность развития патологии во времени и «неощутим» для населения при контакте с водой. Поэтому для нас представляло интерес оценить риск рефлекторно-ольфакторных эффектов отдельно и предложить **интегральный показатель риска эффектов хронического воздействия ($ИП_{хр}$)**:

$$ИП_{хр} = Риск_{нек} / ПЗ_{нек} + Риск_{канц} / ПЗ_{канц},$$

сопоставив его величину с величиной интегрального показателя (ИП).

Данные о составе и свойствах воды на этапах: водозабор, после водоподготовки перед подачей в распределительную сеть и в точках водоразбора получены в рамках ведения социально-гигиенического мониторинга и производственного контроля за период с 2008 по 2017 гг. В число определяемых показателей входили:

pH	Фтор	Нитраты (по NO_3)	Хлор остаточный свободный
Запах	Сульфаты	Нитриты (по NO_2)	Хлориды
Привкус	Хром	Аммиак (по азоту)	Трихлорметан
Цветность	Алюминий	Цинк	Свинец
Железо	Марганец	Мышьяк	–

Данные были подвергнуты статистической обработке для получения величин, использовавшихся при расчете показателей риска здоровью согласно МР 2.1.4.0032-11 [4].

Для расчета суммарного риска рефлекторно-ольфакторных эффектов ($Риск_{р\text{-}о}$) использовались максимальные концентрации 98%-ной вероятностной обеспеченности веществ, нормируемых по органолептическому лимитирующему признаку вредности. Для учета интегральных органолептических показателей (запаха и привкуса) использовалась преобладающая максимальная балльная оценка за период исследования. Для расчета канцерогенного ($Риск_{канц}$) и неканцерогенного ($Риск_{нек}$)

рисков беспороговым методом применялись осредненные концентрации 95%-ной вероятностной обеспеченности, причем для ряда веществ рассчитывались как неканцерогенный, так и канцерогенный риски, что определялось наличием у данного вещества известной величины канцерогенного потенциала (SFo). Исходя из малых концентраций в исследуемой воде учитываемых веществ, канцерогенный риск рассчитывался по линейной модели.

Результаты и их обсуждение. Полученные величины рисков оценивались на основе их кратности приемлемым значениям. Результаты исследования изложены в табл. 2. Жирным шрифтом выделены величины риска, превышающие приемлемые значения, и кратности этих превышений.

Таблица 2

Результаты расчета интегральных показателей риска от воды систем водоснабжения населенных пунктов Ленинградской области

Населенный пункт	Риск		
	ольфакторно-рефлекторных эффектов	неканцерогенных эффектов	канцерогенных эффектов
г. Всеволожск	0,10	$1{,}7 \cdot 10^{-2}$	$\mathbf{1{,}1 \cdot 10^{-5}}$
г. Гатчина	0,10	$0{,}96 \cdot 10^{-2}$	$\mathbf{2{,}0 \cdot 10^{-5}}$
г. Кингисепп	**0,15**	$3{,}2 \cdot 10^{-2}$	$\mathbf{7{,}4 \cdot 10^{-5}}$
г. Кириши	0,02	$2{,}6 \cdot 10^{-2}$	$\mathbf{9{,}0 \cdot 10^{-5}}$

Значение риска ольфакторно-рефлекторных эффектов выше приемлемого (0,1) на станции водоподготовки г. Кингисепп (за счет показателя «Цветность»). Значения неканцерогенного риска не превышали приемлемых величин на всех станциях водоподготовки. Значения канцерогенного риска превысили уровни приемлемости (0,00001) на всех станциях водоподготовки

Очевидна существенная разница в значениях интегральных показателей безвредности питьевой воды на водопроводных станциях (рисунок), что позволяет определить наиболее приоритетные направления модернизации.

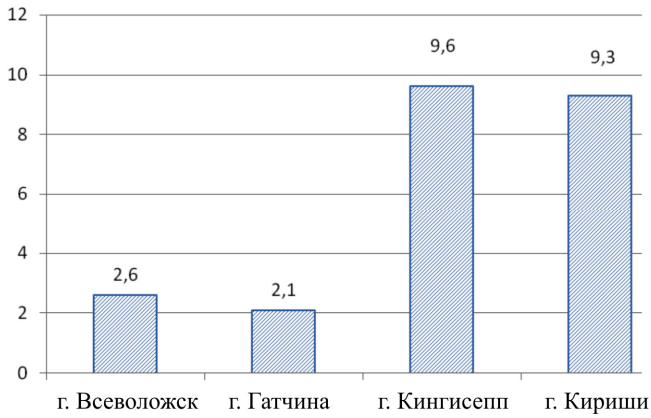


Рис. Значения интегральных показателей безвредности питьевой воды на водопроводных станциях изученных городов

В целом можно констатировать, что обнаруженные различия в уровнях ИП питьевой воды в изученных городах различаются преимущественно за счет органолептических показателей, обусловливающих ольфакторно-рефлекторные эффекты, а также за счет значений канцерогенного риска, обусловленного, в первую очередь, содержанием хлороформа.

Вероятность развития неканцерогенных эффектов от употребления питьевой воды во всех изученных городах можно считать низкой.

Основываясь на полученных результатах, для водоочистных сооружений г. Кингисепп было рекомендовано проведение реконструкции с целью улучшения качества воды и снижения ИП.

Выводы:

1. При проведении гигиенической характеристики систем водоснабжения с использованием методики оценки риска здоровью целесообразно не только использовать интегральный показатель качества питьевой воды ИП, но и оценивать риск хронического воздействия, который обусловлен неканцерогенным и канцерогенным эффектами и выражает вероятность развития патологии во времени, является «неощутимым» для населения при контакте с водой (интегральный показатель риска эффектов хронического воздействия $ИП_{хр}$).

2. Проведенная работа показала эффективность и гигиеническую значимость метода интегральной оценки, что позволило сделать вывод о необходимости модернизации (реконструкции) водоочистных сооружений г. Кингисепп.

Список литературы

1. К вопросу регулирования качества питьевой воды в Российской Федерации и в ряде стран ближнего зарубежья / А.В. Мельцер, Н.В. Ерастова, Н.А. Мозжухина, А.А. Мельцер // Профилактическая и клиническая медицина. – 2015. – № 1 (54). – С. 5–10.

2. Красовский Г.Н., Рахманин Ю.А., Егорова Н.А. Гигиеническое обоснование оптимизации интегральной оценки питьевой воды по индексу качества воды // Гигиена и санитария. – 2015. – № 5. – С. 5–10.

3. Мельцер А.В., Ерастова Н.В., Киселев А.В. Опыт реализации метода интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности в Санкт-Петербурге // Гигиена и санитария. – 2013. – № 5. – С. 31–34.

4. МР 2.1.4.0032-11. Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200 094121 (дата обращения: 26.08.2018).

5. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента Российской Федерации № 204 от 07.05.2018 г. [Электронный ресурс] // Президент России: официальный сайт. – URL: http://kremlin.ru/acts/bank/43027 (дата обращения: 10.06.2018).

6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Ленинградской области в 2017 году: материалы к государственному докладу [Электронный ресурс] // Управление федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Ленинградской области: официальный сайт. – URL: http://47.rospotrebnadzor.ru/c/document_library/get_file? uuid=bed3ada0-3056-4597-93c6-4c1827d819a8&groupId=10156 (дата обращения: 26.08.2018).

7. Перспективы водоснабжения мегаполисов питьевой водой / К.Б. Фридман, Т.В. Крюкова, А.С. Белкин, Н.С. Башкетова, В.Л. Романцова // Профилактическая медицина-2014: сборник тезисов всероссийской конференции с международным участием. – СПб., 2014. – С. 157–160.

8. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

Питание и факторы риска

С.П. Романенко, Д.Е. Юрк

ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора,
г. Новосибирск, Россия

Доклад посвящен проблеме несоответствия фактического питания физиологическим потребностям детей школьного возраста. Приводятся статистические данные об уровне недополучения питательных веществ детьми, информация о возможных рисках неполноценного питания. Значительная часть доклада посвящена проблеме питания детей в учреждениях, обучающих детей по программам кадетского образования.

Ключевые слова: питание, факторы риска, организация питания, школьники, кадеты, физическое развитие.

Здоровье подрастающего поколения является важнейшим вопросом обеспечения будущего нации. Оно во многом зависит от качества среды обитания, уровня образования, его реформирования, материального обеспечения быта, характера питания, соответственного поступления в организм жизненно важных макро- и микронутриентов, медицинского обслуживания и многих других факторов [11].

Питание являет собой один из основных факторов, определяющих развитие ребенка. Оно оказывает непосредственное влияние на его состояние здоровья, рост и жизнедеятельность. Правильное сбалансированное питание, полностью отвечающее возрастным физиологическим потребностям растущего организма, повышает его устойчивость к различным неблагоприятным факторам окружающей среды. Здоровое и полноценное питание в детском и подростковом возрасте способствует профилактике заболеваний, повышению работоспособности и успеваемости, физическому и умственному развитию.

Период школьного обучения характеризируется высокой скоростью роста, физического и психического развития детей и подростков в сочетании со значительной нервно-психической нагрузкой, обусловленной интенсивным процессом обучения. Исследования последних лет указывают на неполноценность фактического питания детей школьного возраста: низкая энергетическая ценность рациона, недостаточное поступление витаминов и минеральных веществ с пищей, недостаточное число

приемов пищи в день. Индивидуальные дефекты питания выявляются у 90 % школьников [1, 5–10]. Рассматривая состояние здоровья школьников, выявлено, что оно является неудовлетворительным во всех возрастно-половых группах и способствует негативной динамике формирования неинфекционных патологий.

Все это несет в себе огромные риски для развития детей. Ребенок, страдающий от неполноценного рациона, не сможет нормально усвоить учебный материал, дефицит питательных веществ негативно скажется на его росте и развитии, а в перспективе это может привести к множеству алиментарно-зависимых заболеваний [2, 7]. Также необходимо учесть более высокие учебные нагрузки, интенсивные занятия физкультурой и спортом, связанные с дополнительной специальной подготовкой кадетов к службе на военном и гражданском поприще. Риски становятся еще более негативными. Также не стоит забывать о том, что кадет, как и обычный школьник, не может восполнить свой дефицит питания дома, ввиду круглосуточного пребывания его в кадетском корпусе. Вот почему одной из важнейших задач учебных учреждений является обеспечение всех учащихся полноценным и правильно организованным режимом питания.

Именно поэтому питание детей всех возрастных групп строго регламентировано. Разработана нормативная документация по питанию детей в детских садах, школах, детских лагерях. Но почему-то остается нерегламентированным питание курсантов кадетских корпусов, хотя оно имеет массу отличий и особенностей.

На сегодняшний день на территории Российской Федерации функционирует 149 кадетских корпусов с общим количеством детей – 41 440. Также на территории РФ функционирует 98 кадетских школ с круглосуточным пребыванием детей, в них обучается 22 862 ребенка. Кадетские классы открыты в 1599 общеобразовательной организации, в них обучается 125 469 человек. Следовательно, по программам кадетского образования в совокупности обучается 189 771 человек.

Видя их огромное количество, остается неясным, почему до сих пор не разработано рекомендаций, отвечающих всем физиологическим требованиям питания кадетов.

Те дети, которые обучаются по программам кадетского образования, в процессе обучения подвергаются повышенным физическим и психоэмоциональным нагрузкам. Следовательно, объем питания, установленный в существующих нормативных документах, разработанных для средних общеобразовательных учреждений, не соответствует энергозатратам кадетов. Учитывая тот факт, что эти дети, в большинстве случаев обучаются в учреждениях с круглосуточным пребыванием и не имеют возможности питаться дома, полноценность рациона в столовых кадетских корпусов приобретает первостепенное значение. Иначе несбалансированное питание может подорвать здоровье ребенка, негативно сказаться на процессах его роста и развития и сделать невозможным продолжение его подготовки к служению Отечеству на поприще государственной и муниципальной службы.

Улучшение качества фактического питания детей в таких значимых учреждениях, как кадетские корпуса, на данный момент является важнейшей задачей. В своей основе стратегия питания кадетов должна преследовать такие задачи, как: сохранение здоровья, повышение устойчивости организма к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, поддержание и стимуляция темпов роста и развития ребенка. Химические свойства, качество и калорийность рациона определяются главным образом составом пищевых продуктов, в которые должны вхо-

дить в нужных количествах все пищевые вещества. Основными из них являются: белки, жиры, углеводы, витамины и минеральные вещества. У ребенка не должно быть недостатка ни в одной из вышеизложенных групп веществ, так как каждое из них несет в себе определенные ценность и функции, и их дефицит может негативно сказаться на состоянии ребенка.

Белок является наиболее ценным компонентом пищи. Это основная составляющая организма человека. Белок сам по себе нельзя заменить, он крайне важен для существования. Собственно в деле строительства мышечной массы «источником» роста является именно белок. При недостаточном поступлении белка в организм снижается его способность к восстановлению и регенерации, снижается умственная активность, нарушается остеообразование и кроветворение, обмен жиров и витаминов, снижается сопротивляемость к инфекционным и другим заболеваниям. Белки обладают свойствами детоксикации некоторых ядовитых веществ, связывая их в трудноусваиваемые комплексы.

Жиры являются важным энергетическим и строительным компонентом пищи. Обеспечивают энергетику мышц при длительной и неинтенсивной работе, являясь по существу основой выносливости организма. Молекулы липидов входят в состав оболочки клеток всех тканей человека, а подкожный жировой слой служит теплоизолятором, поддерживая постоянную температуру тела.

Углеводы, наряду с жирами и белками, относятся к важнейшим и незаменимым компонентам пищи. Вследствие своей легкодоступности и быстроты усвоения являются основным источником энергии для организма. Но, несмотря на то что человеку необходимы большие количества углеводов для обеспечения процессов жизнедеятельности, их резервы в организме невелики. Поэтому их запасы должны постоянно восполняться. Недостаточное потребление углеводов приводит к нарушению обмена жиров и белков: организм начинает в качестве источников энергии использовать жиры и белки пищи, а также жировые отложения и мышечную ткань. В крови начинают накапливаться вредные продукты неполного окисления жирных кислот и некоторых аминокислот – кетоны. Избыточное образование кетонов при усиленном окислении жиров и частично белков может привести к смещению внутренней среды организма в кислотную сторону и отравлению тканей мозга вплоть до развития ацидотической комы с потерей сознания. Распознать дефицит углеводов можно по таким симптомам, как слабость, сонливость, головокружение, головные боли, чувство голода, тошнота, потливость и дрожь рук.

Витамины необходимы для нормальной жизнедеятельности организма человека. Они являются катализаторами большого числа обменных процессов, но не являются источником энергии, как жиры, белки и углеводы. Эти низкомолекулярные органические соединения имеют различную химическую природу и отличаются высокой биологической активностью. Витамины не синтезируются в организме человека, единственным путем их поступления в организм является пища.

Витамин А (ретинол) обеспечивает целостность эпителиальных клеток, которые формируют кожные покровы и слизистые оболочки, в половой сфере витамин А необходим при продуцировании спермы и развитии яйцеклеток, для развития костной системы и роста организма.

В группу витаминов группы В входят: тиамин, рибофлавин, пантотеновая кислота, пиридоксин, фолиевая кислота и кобаламин. Тиамин необходим для того, чтобы копировать генетический материал, который должен передаваться от одной

яйцеклетки к другой при делении клетки. Также он функционирует в организме как необходимый кофермент в метаболизме белков, углеводов и жиров при выработке энергии и необходим для нормальной передачи импульса передачи электрических нервных сигналов. Рибофлавин является коферментом в реакциях окисления и восстановления, необходим для нормального превращения триптофана в никотиновую кислоту и для трансформации и активации ряда других витаминов, в частности, пиридоксина, фолиевой кислоты и витамина К. Он необходим для синтеза кортикостероидов, кровяных телец и гликогена. Пантотеновая кислота участвует в синтезе *кофермента А*, необходимого для получения энергии и метаболизма углеводов и жирных кислот. В иммунной системе пантотеновая кислота помогает стимулировать продуцирование антител. Пиридоксин поддерживает работу иммунной и сердечно-сосудистой систем. Снижает риск развития инфарктов, инсультов. Способен регулировать артериальное давление, предотвращает образование сгустков в крови. Улучшает память, работу головного мозга, регулирует деятельность нервной системы. Обеспечивает нормальное функционирование печени. Фолиевая кислота служит в качестве кофермента, участвуя в биосинтезе белка. Необходима организму для продуцирования новых клеток; участвует в удалении жира в печени; превращает одну аминокислоту в другую для ресинтеза белков; поддерживает работу иммунной системы. Основным свойством кобаламина является его способность регулировать функцию кроветворных органов, предотвращая развития анемии. Также участвует в жировом и углеводном обмене.

Витамин С участвует в окислительно-восстановительных реакциях, функционировании иммунной системы, способствует усвоению железа. Участвует в синтезе коллагена, имеет антиоксидантные свойства, предотвращает развитие таких заболеваний, как цинга и авитаминоз, помогает организму снизить риск таких заболеваний, как ОРВИ и ОРЗ.

Витамин D препятствует развитию рахита, остеопороза и артрита, обеспечивает целостность и нормальное развитие кости.

Витамин Е является универсальным стабилизатором клеточных мембран, необходим для функционирования половых желез, сердечной мышцы. При дефиците витамина Е наблюдаются гемолиз эритроцитов, неврологические нарушения.

Все минеральные вещества делятся на макро- и микроэлементы. Макроэлементы – кальций, натрий, магний, фосфор, железо и калий. Микроэлементы – цинк, медь, кобальт, марганец, хром, молибден, йод, никель, кремний, фтор и др. Они участвуют в синтезе клеток, тканей и деятельности ферментных систем. Все минеральные вещества необходимы организму для нормальной жизнедеятельности: они входят в состав ферментов, гормонов, дыхательных пигментов, некоторых витаминов. Недостаток или избыток минеральных веществ вызывает нарушение обменных процессов и, как следствие, развитие ряда серьезнейших заболеваний [3].

Таким образом, после проведенного обзора научных публикаций становится ясно, что, несмотря на уже проведенные исследования по гигиенической оценке питания и разработке нормативной документации по питанию детей школьного возраста, а также ввиду необходимости разработки рекомендаций по питанию для детей, обучающихся по программам кадетского образования, ввиду большого количества особенностей в их образовательной программе, необходимы дальнейшие исследования в этой области и разработка методических рекомендаций по организации питания с учетом особенностей энерготрат обучающихся по программам кадетского образования.

Список литературы

1. Динамика пищевого статуса школьников г. Нижнего Новгорода (1980–2015 гг.) / Е.С. Богомолова, Ю.Г. Кузмичев, А.Н. Писарева, Е.А. Олюшина // Здравоохранение и медицинские науки – от области образования к профессиональной деятельности в сфере охраны и укрепления здоровья детей, подростков и молодежи: материалы V Национального конгресса по школьной и университетской медицине с международным участием. – М., 2016. – С. 37–39.

2. Кучумов В.В., Свинцова О.Н., Галкина М.Н. Оценка здоровья детского населения и организация питания в учреждениях Рязанской области // Материалы X Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей / под ред. Г.Г. Онищенко, А.И. Потапова. – М., 2007. – Т. 1. – С. 749–751.

3. Ляпин В.А., Коваленко Е.В. Особенности пищевого рациона у представителей разных видов спорта: учебное пособие. – Омск, 2011. – 156 с.

4. Мельникова М.М. Анализ состава основных нутриентов в питании студентов первого курса // Здоровое питание: материалы всероссийской научно-практической конференции. – Новосибирск, 2011. – С. 55–57.

5. Непомилуева О.Н. Об организации школьного питания в Архангельской области / О.Н. Непомилуева, Т.Н. Унгряну, Р.В. Бузинов // Материалы X Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей / под ред. Г.Г. Онищенко, А.И. Потапова. – М., 2007. – Т. 1. – С. 948–951.

6. Поляков А.Я., Петруничева К.П., Сорокина А.В. Некоторые показатели микроэлементного статуса у школьников г. Новосибирска // Здоровое питание: материалы всероссийской научно-практической конференции. – Новосибирск, 2011. – С. 78–80.

7. Риск развития алиментарно-зависимых заболеваний от макро- и микронутриентного состава пищевого рациона современного молодого человека / Л.Ю. Зюбина, Л.А. Паначева, М. А. Зуева, М. В. Власенко, В. М. Андреев // Здоровое питание: материалы всероссийской научно-практической конференции. – Новосибирск, 2011. – С. 30.

8. Рождественская Л.Н. Мониторинг качества питания в образовательных учреждениях как составляющая мониторинга факторов здоровья населения // Здоровое питание: материалы всероссийской научно-практической конференции – Новосибирск, 2011. – С. 80–83.

9. Состояние и динамика показателей фактического питания школьников в Новосибирской области. / А.В. Сорокина, Е.В., Михеева А.Я. Поляков, А.П. Лаушкина // Здоровое питание: материалы всероссийской научно-практической конференции. – Новосибирск, 2011. – С. 83–84.

10. Состояние фактического питания школьников. Пути коррекции / А.Я. Поляков, А.В. Сорокина, И.А. Несина, А.А. Люткевич, Г.П. Ивлева, Е.В. Михеева // Актуальные вопросы гигиены, профпатологии и медицинской реабилитации: сборник статей всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Новосибирск, 2016. – С. 109–112.

11. Хребтова А.Ю., Горева Е.А., Петренко А.В. Стереотипы питания детей в школьных коллективах // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2015. – № 4 (122). – С. 190–196.

Контроль содержания синтетических красителей в пищевой продукции в Республике Беларусь

Е.В. Филатченкова, Т.А. Фёдорова, Е.И. Полянских, Л.Л. Белышева

Республиканское унитарное предприятие
«Научно-практический центр гигиены»,
г. Минск, Республика Беларусь

Рассматривается проблема определения синтетических красителей в пищевой продукции. Изучено влияние состава экстрагирующей смеси на извлечение 17 синтетических красителей из пищевых матриц сложного состава.

Разработана методика с применением высокоэффективной жидкостной хроматографии, позволяющая с высокой точностью и чувствительностью контролировать содержание синтетических красителей во всех видах готовой пищевой продукции.

Ключевые слова: пищевая продукция, синтетические красители, методика определения.

В настоящее время технологии производства пищевой продукции неразрывно связаны с широким применением пищевых добавок, в том числе синтетических красителей (СК), которые придают пищевым продуктам заданные потребительские свойства. Одним из требований, предъявляемых к пищевым добавкам, является их безвредность в применяемых дозах.

На сегодняшний день в мировой пищевой промышленности разрешено использовать около 20 СК. Отсутствие единых требований к оценке безвредности красителей привело к тому, что красители, разрешенные в одних странах, запрещены к использованию в других. В Республике Беларусь разрешено использовать 13 СК. Их содержание нормируется и, согласно требованиям национального законодательства и технического регламента Таможенного союза (ТР ТС 029/2012), их количество не должно превышать 50–500 мг/кг в зависимости от природы красителя и вида готовой продукции. При производстве продуктов для детского питания запрещено использование синтетических красителей [3, 4].

Для контроля СК в различных группах пищевых продуктов необходимы сравнительно простые, доступные и высокочувствительные методы. В Республике Беларусь существуют методы контроля синтетических красителей в напитках, сахаристых кондитерских и хлебобулочных изделиях и отсутствуют аттестованные методики по определению синтетических красителей в молочной продукции и в продуктах с высоким содержанием белка и жира (рыбных и мясных изделиях). Кроме того, имеющиеся методики не охватывают весь спектр синтетических красителей, используемых в пищевой промышленности [1, 2].

Целью данной работы явилась разработка методики по определению 17 синтетических красителей в пищевой продукции методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

Изучено влияние состава экстрагирующей смеси на извлечение 17 СК из пищевых матриц сложного состава. Показано, что наибольшая степень извлечения синтетических красителей была достигнута при использовании 0,125 % водно-метанольного раствора аммиака (соотношение растворителей 1:1). Степень извлечения составила 82–98 %.

Оптимальное разделение 16 СК было достигнуто при использовании подвижной фазы следующего состава: А–1,5 % ацетата аммония; В-метанол: ацетонитрил (80:20) на колонке Zorbax Eclips XDB C18 (4,6 × 150 мм, 5 мкм) в режиме градиентного элюирования (0–80 % В) – от 0 до 40 мин. Идентификацию синтетических красителей проводили при длинах волн 420 нм (Е102, Е104, Е110), 510 нм (Е121, Е122, Е123, Е124, Е127, Е128, Е129) и 610 нм (Е131, Е132, Е133, Е142,Е143, Е151). Хроматографирование синтетического красителя Е155 проводилось в режиме градиентного элюирования, в качестве подвижной фазы использовали фосфатный буферный раствор и метанол, длина волны детектирования – 460 нм.

Нижний предел измерения (LOQ) для 16 СК составляет 1 мг/кг, для Е155 – 10 мг/кг.

В результате проведенных исследований разработана методика определения 17 синтетических красителей в пищевой продукции методом ВЭЖХ (МВИ МН 5915-2017). Данная методика позволяет с высокой точностью и чувствительностью контролировать содержание синтетических красителей во всех видах готовой пищевой продукции и тем самым способствует сохранению здоровья населения.

Список литературы

1. ГОСТ Р 52671-2006. Продукты пищевые. Методы идентификации и массовой доли синтетических красителей в карамели. – М.: Стандартинформ, 2007. – 24 с.

2. МВИ МН 2399-2005. Методика определения синтетических красителей в алкогольных и безалкогольных напитках с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии: свид-во об аттестации №380/2005 от 07.12.2005. – Минск: ГУ «Респ. науч.-практ. Центр гигиены», 2005. – 15 с.

3. СанПиН. Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам. Гигиенический норматив. Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов / утв. Министерством здравоохранения Республики Беларусь 21.06.2013 [Электронный ресурс]. – URL: http://minzdrav.gov.by/ru/static/acts/tehnicheskie/teksty/pischevye_producty (дата обращения: 26.04.2017).

4. ТР ТС 029/2012. Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств / Евраз. эконом. комис. – Минск: Госстандарт: БелГИСС, 2014. – 272 с.

Оценка вероятности контакта с сальмонеллами, резистентными к фторхинолонам, при употреблении приоритетных продуктов питания

В.А. Фокин

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

Представлена оценка вероятности контакта с сальмонеллами, резистентными к фторхинолонам, при употреблении приоритетных продуктов питания. По результатам оценки выявлено, что приоритетным продуктом животноводства, участвующим в формировании резистентности сальмонелл к фторхинолонам, является мясо птицы. Вероятность инфицирования сальмонеллами, резистентными к фторхинолонам, составляет $4{,}24 \cdot 10^{-4}$.

Ключевые слова: резистентность к противомикробным препаратам, фторхинолоны, продукты питания.

По мнению экспертов ВОЗ, применение антибиотиков у сельскохозяйственных животных, масштабы которого во многих странах превышают масштабы использования антибиотиков для лечения больных людей, вносит существенный вклад в формирование и укрепление устойчивости к антибиотикам в здравоохранении[1].

Резистентность к противомикробным препаратам (РПП) – это главная проблема в медицине для мировой общественности и проблема безопасности пищевых продуктов. Когда патогенные микроорганизмы становятся устойчивыми к антибактериальным агентам, они создают большую угрозу для здоровья человека в результате неэффективности лечения, отсутствия вариантов лечения и увеличенной вероятности развития заболевания и возрастания частоты развития тяжелых форм заболевания. Проблемы РПП связаны с антибактериальной средой, включая человеческие и животные организмы. Антибактериальные препараты в продуктах сельскохозяйственного происхождения являются важным фактором риска появления и распространения микроорганизмов РПП от животных/сельскохозяйственных культур до людей посредством потребления пищи [3].

На территории Российской Федерации глобальное распространение антибиотикорезистентности среди возбудителей инфекционных болезней человека, происходящее на фоне сокращения разработок новых антибиотиков, является серьезной угрозой системе здравоохранения [4].

Целью работы является определение вероятности контакта с сальмонеллами, резистентными к фторхинолонам, при употреблении приоритетных продуктов питания.

---

[1] Борьба с устойчивостью к антибиотикам с позиций безопасности пищевых продуктов в Европе [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – URL: http://www.euro.who.int/ru/publications/abstracts/tackling-antibiotic-resistance-from-a-food-safety-perspective-in-europe (дата обращения: 18.06.2018).

Материалы и методы. С целью определения приоритетных продуктов питания, которые потенциально могут содержать резистентные к фторхинолонам штаммы сальмонелл, был проведен анализ производства и потребления продуктов животноводства на территории Российской Федерации. Для расчета вероятности инфицирования сальмонеллами, резистентными к фторхинолонам, использованы данные о потреблении продуктов животноводства, доле нестандартных проб на содержание сальмонелл и доле резистентных к фторхинолонам (налидиксовой кислоте) штаммов сальмонелл.

Результаты и их обсуждение. В структуре производства основных продуктов животноводства по категориям хозяйств наибольшую долю занимают крупные сельскохозяйственные организации – до 79 % от объемов производства. На втором месте находятся хозяйства населения – до 44 %, крестьянские фермерские хозяйства вносят до 7 % вклада в общий объем животноводческой продукции. Основным производителем продукции животноводства являются сельскохозяйственные организации как основные потребители противомикробных препаратов и препаратов, используемых для повышения продуктивности [5].

Объем производства мяса птицы в РФ на 2016 г. составил 4,5 млн тонн. Более 81 % мяса птицы производится сельскохозяйственными организациями. Для целей потребления на внутреннем рынке используется более 91 % произведенного мяса птицы. Доля импорта мяса птицы составляет 9 %. Величина потребления мяса птицы составляет 33 кг/г для мужского населения и до 23,7 кг/г для женского населения старше 14 лет [2].

Наблюдается увеличение доли мяса птицы в рационе населения, в том числе произведенного сельскохозяйственными организациями, использующими в ходе своей деятельности противомикробные препараты, что является фактором риска развития резистентности к противомикробным препаратам.

Таким образом, мясо птицы является приоритетным продуктом животноводства, который может содержать резистентные к противомикробным препаратам штаммы сальмонелл.

По данным исследований, выполненных в Санкт-Петербургском НИИЭМ имени Пастера, у штаммов «нетифоидных» сальмонелл, выделенных из продуктов животного происхождения на территории Северо-Западного федерального округа за пятилетний период, доля штаммов, устойчивых к налидиксовой кислоте, составила 53,3 % [1]

Выводы. В результате оценки воздействия выявлено, что вероятность инфицирования сальмонеллами, резистентными к фторхинолонам, для контингента риска при наиболее неблагоприятном сценарии (54 % – доля домашних хозяйств, в которых мясо птицы употребляют ежедневно) составляет $0{,}0008 \cdot 0{,}53 = 4{,}24 \cdot 10^{-4}$, где 0,0008 – доля нестандартных проб мяса птицы в отношении сальмонелл; 0,53 – доля сальмонелл, резистентных к фторхинолонам (налидиксовой кислоте). Данный сценарий является наиболее неблагоприятным, так как при оценке вероятности контакта с сальмонеллами, резистентными к фторхинолонам, не учитывается термическая обработка пищи, которая при соблюдении надлежащего температурного режима обеспечивает гибель патогенных микроорганизмов.

Список литературы

1. Забровская А.В., Селиванова Л.В., Антипова Н.А. Чувствительность сальмонелл, выделенных из пищевых продуктов, к антимикробным препаратам // Развитие научных исследований и надзор за инфекционными заболеваниями: материалы международной конференции / под ред. А.Б. Жебруна. – СПб.: ФГУН НИИЭМ имени Пастера Роспотребнадзора, 2010. – С. 97.

2. Рацион питания населения – 2013: статистический сборник / Росстат. – М.: ИИЦ «Статистика России», 2016. – 220 с.

3. Руководство по анализу рисков, связанных с резистентностью к противомикробным препаратам, имеющей пищевое происхождение CAC/GL 77-2011 [Электронный ресурс] // ФАО. – URL: http://www.fao.org/input/download/standards/11776/CXG_077e.pdf (дата обращения: 18.06.2018).

4. Стратегия и тактика рационального применения антимикробных средств в амбулаторной практике: российские практические рекомендации / под ред. С.В. Яковлева, С.В. Сидоренко, В.В. Рафальского, Т.В. Спичак. – М.: Издательство Престо, 2014. – 121 с.

5. Данные об объемах производства, импорта и потребления продукции животноводства / Росстат [Электронный ресурс]. – URL: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2018/bul_dr/sx/prod_06.rar (дата обращения: 18.06.2018).

Оценка риска поступления химических веществ с рационом питания взрослого и детского населения г. Казани

С.Ф. Фомина, Н.С. Степанова, И.Р. Галимуллина, Л.В. Обухова

ФГБОУ ВО «Казанский федеральный университет»,
г. Казань, Россия

Представлены результаты сравнительного анализа и оценки риска для здоровья взрослого (18 лет и старше) и детского (3–6 лет) населения г. Казани, обусловленного потреблением продуктов питания местного производства. Установлено, что экспозиция при поступлении контаминантов у детей в 2,74 (*Me*) и в 2,85 раза (95th *perc*), а индекс опасности в 4 (*Me*) и в 6 раз (95th *perc*) выше у детей, чем у взрослых. Определены приоритетные контаминанты (свинец, кадмий, мышьяк, ртуть), группы пищевых продуктов, органы и системы организма, наиболее подверженные общетоксическому действию. Дана оценка вклада химических веществ в формирование показателей индивидуального и популяционного канцерогенного риска при потреблении пищевых продуктов.

Ключевые слова: пищевые продукты, контаминанты, канцерогенные и неканцерогенные риски.

Большая часть химических веществ, как эссенциальных (необходимых для жизнедеятельности), так и токсичных, поступает в организм человека пероральным путем с питьевой водой и продуктами питания. Питание является одним из важнейших факторов, опосредующих связь человека с окружающей средой и определяющих его здоровье [3]. В зависимости от условий от 30 до 80 % потенциально вредных веществ, в том числе и тяжелые металлы (ТМ), поступает в организм человека с продуктами питания. Поступая в организм преимущественно с продуктами питания, ТМ приводят к дезорганизации обменных процессов, нарушению функционирования иммунной и других систем [1]. Оценка риска для здоровья населения от воздействия вредных факторов окружающей среды является на сегодняшний день актуальным научным направлением. При этом важным аспектом остается установление региональных (местных) уровней с учетом комплекса эколого-гигиенических факторов на изучаемой территории, таких как заболеваемость населения, состояние окружающей среды и оценка риска здоровью от воздействия вредных факторов окружающей среды [7, 9].

Имеющиеся данные показывают, что экспозиция к токсичным металлам остается серьезной проблемой для общественного здоровья. Значительное число жителей Российской Федерации, Европы подвергается воздействию кадмия и свинца на уровне выше национальных референтных значений. Обзор публикаций по оценке риска в России показал, что основная часть вопросов связана с неопределенностями оценки экспозиции, отсутствием региональных, национальных и возрастных различий в факторах экспозиции и чувствительности к канцерогенам [10, 17]. Необходимость проведения контроля за обеспечением безопасности продуктов, изучение возможного негативного влияния малых доз чужеродных веществ на здоровье детей рассматриваются в качестве важных научных и практических задач гигиены. Дети являются наиболее чувствительным контингентом к действию неблагоприятных факторов окружающей среды, поэтому здоровье детского населения может служить надежным индикатором экологического благополучия региона. Использование и важность применения возрастных факторов воздействия в оценке риска постоянно обсуждается в научной литературе [14, 20].

Цель нашего исследование – проведение сравнительной оценки риска (канцерогенных и неканцерогенных эффектов) для взрослого и детского населения при поступлении химических веществ с рационом питания.

Материалы и методы. Исследование строилось на основе изучение и анализа данных лабораторных исследований, выполненных на базе аккредитованной лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан» за период с 2011 по 2014 г. Показатели риска здоровью населения рассчитывались для взрослых (18 лет и старше) и детей (3–6 лет), с учетом данных о среднедушевом потреблении пищевых продуктов (взрослые) и фактического питания (дети). Изучение питания детей проводилось в двух основных направлениях: индивидуальное и семейное питание (анкетно-опросный метод) и оценка питания в коллективах, где ребенок получает полный или частичный рацион (хронометражно-весовой метод). Организация питания детей в ДОУ осуществляется централизовано по единому меню АО «Департамент продовольствия и социального питания г. Казани». Характер и структура фактического питания детей определялись на основании анализа ежемесячных отчетов о расходе пищевых продуктов (по накопительным ведомостям), а также выборочно по меню-раскладкам. Оценка питания детей была дополнена результатами анкетированного опроса родителей, включающего прием пищи

в выходные дни и вечером в будни. Индивидуальный подход при изучении питания в ДОУ позволил определить уровень потребления продуктов питания каждым ребенком в отдельности. Оценка питания взрослого населения проводилась по данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Республике Татарстан путем выборочного наблюдения рациона питания и основана на выборочном опросе жителей с учетом региональных факторов экспозиции (массы тела), установленных по результатам анкетированного опроса [4].

Для расчета экспозиции использовались данные о содержании изучаемых химических веществ в пищевых продуктах и о количестве потребляемых пищевых продуктов детским населением. Оценка экспозиции свинца (Pb), кадмия (Cd), мышьяка (As) и ртути (Hg), поступающих с продуктами питания, была проведена за 2011–2014 гг. на основании медианы (*Me*) и 95th *perc* в соответствии с МУ 2.3.7.2519-09 «Определение экспозиции и оценки риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население» [2]. Оценку неканцерогенного риска осуществляли в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» и Агентства по охране окружающей среды USEPA [5, 23]. Характеристика общетоксических эффектов выполнена на основе коэффициентов опасности (*HQ*) отдельных веществ и суммарных индексов опасности (*HI*) для веществ с однонаправленным механизмом действия. За допустимый уровень неканцерогенных эффектов принимали значения *HI* от 1,1 до 3,0, диапазон значений *HI* от 3 до 6 рассматривали как настораживающий уровень риска, а *HI* выше 6 – как высокий [6]. Для оценки канцерогенного риска использовали среднесуточные пожизненные дозы (LADD), факторы канцерогенного потенциала (SFo) и ADAF [5].

В качестве критериев оценки рисков для здоровья взрослого и детского населения исследуемых химических веществ, поступающих с продуктами питания, использовались официально рекомендованные данные о референтных (безопасных) концентрациях (*RfD*) для неканцерогенного риска при хроническом воздействии на критические органы и системы организма человека (табл. 1).

Таблица 1

Показатели неканцерогенной и канцерогенной опасности исследуемых химических веществ, поступающих пероральным путем

CAS	Вещество	Неканцерогенное воздействие		Канцерогенное воздействие		Источник данных
		RfD, мг/кг	критические системы и органы	SFo мг/(кг · сут)	классификация МАИР	
7439-92-1	Свинец (Pb)	0,035*	ЦНС, нервная система, кровь, развитие, репрод. сист., гормон.	8,5e-03	B_2	P.2.1.10.1920-04* CALEPA
7440-43-9	Кадмий	0,001	Почки, гормон.	0,38	B_1	IRIS P.2.1.10.1920-04
7440-38-2	Мышьяк	0,0003	ЦНС, нервная система, ССС, иммун., гормональная, ЖКТ, кожа	1,5	A	IRIS
7439-97-6	*Ртуть	0,0003	Иммун., почки, ЦНС, репрод., гормон.	–	–	P.2.1.10.1920-04; ВОЗ UNEP 2008
–	Метилртуть	0,0001	ЦНС, почки, нервная сист.	–	–	ВОЗ UNEP 2008

Результаты и их обсуждение. В связи с введением санкций количество импортируемой продукции значительно уменьшилось и в последнее время местные продукты питания приобретают большую значимость среди населения Республики Татарстан. Удельный вес проб пищевой продукции, превышающих гигиенические нормативы по содержанию химических контаминантов, в 2014 г. составил 0,5 % (в 2013 г. – 0,2 %), но в то же время остается ниже, чем по Российской Федерации в целом (в 2013 г. – 0,6 %, в 2012 г. – 0,7 %)

Наши исследования показали, что в общую суммарную экспозицию для взрослых и детей наибольший вклад на уровне *Me* и 95th *perc* (82,14 и 85,91 %; 86,77 и 87,77 % соответственно) вносит поступление с продуктами питания Pb. Второе место в суммарной экспозиции занимал Cd (16,21 и 12,47 % на уровне *Me*, 11,23 и 10,04 % на уровне 95th *perc*) (табл. 2).

Таблица 2

Результаты оценки экспозиции (поступления) химических контаминант с пищевыми продуктами за 2011–2014 гг.

Контаминант	Взрослые				Дети 3–6 лет			
	экспозиция мкг/(кг · сут)		%		экспозиция мкг/(кг · сут)		%	
	Me	95th *perc*	*Me*	95th *perc*	*Me*	95th *perc*	*Me*	95th *perc*
Свинец	0,005901	0,017563	82,14	86,77	0,01694	0,05072	85,91	87,77
Кадмий	0,001165	0,002274	16,21	11,23	0,00246	0,00580	12,47	10,04
Мышьяк	0,000045	0,000059	0,63	0,29	0,00006	0, 00008	0,3	0,01
Ртуть	0,000068	0,000329	0,95	1,63	0,00016	0,00093	0,81	1,61
Метилртуть	0,000005	0,000016	0,07	0,08	0,00010	0,00033	0,51	0,57
Сумма	0,007184	0,020241	100	100	0,01972	0,05778	100	100

Основную долю Pb в общую экспозицию как для взрослых, так и для детей внесли зерно, крупяные и хлебобулочные изделия (21,56 и 31,63 % на уровне *Me*, 24,02 и 35,02 % на уровне 95th *perc* соответственно), мясо и мясопродукты; птица, яйца (24,17 и 30,22 % на уровне *Me*, 18,18 и 22,58 % на уровне 95th *perc*), молоко и молочные продукты (31,14 и 18,94 % на уровне *Me*, 33,78 и 20,42 % на уровне 95th *perc*).

Группами продуктов с наибольшим вкладом в экспозицию Cd являются молоко и молочные продукты (77,98 % для взрослых и 64,57 % для детей на уровне *Me*, 39,95 и 27,35 % на уровне 95th *perc* соответственно), а также зерно, крупяные и хлебобулочные изделия (8,93 % для взрослых и 17,82 % для детей на уровне *Me* и 24,34 и 40,17 % на уровне 95th *perc* соответственно).

Наибольший вклад в экспозицию Hg вносят мясо и мясопродукты, мясо птицы, яйца (32,29 % взрослые и 36,86 % дети на уровне *Me*, 26,92 и 28,84 % на уровне 95th *perc* соответственно), зерновые, крупяные и хлебобулочные изделия (13,77 % взрослые и 18,45 % дети на уровне *Me* и 33,98 и 42,74 %, на уровне 95th *perc*). Второе ранговое место по значимости поступления Hg с продуктами питания у детей заняли рыба и нерыбные объекты промысла (28,79 % на уровне *Me*, 19,80 % на уровне 95th *perc*). Для взрослого населения вклад рыбы и нерыбных объектов промысла в общую экспозицию ртутью незначительный (6,37 % на уровне *Me* и 4,67 % на уровне 95th *perc*).

Основной вклад в общее значение экспозиции As для взрослого и детского населения определяет молоко и молочные продукты (44,30 и 57,78 % на уровне *Me* соответственно, 51,22 и 64,37 % на уровне 95th *perc* соответственно) и сахар и кондитерские изделия (55,70 и 42,22 % на уровне *Me*, 48,78 и 35,63 % на уровне 95th *perc*). В остальных группах продуктов содержание As не было выявлено (табл. 3).

В водных экосистемах ртуть превращается в ее органическую форму, метилртуть (MeHg), которая более биодоступна и биоаккумулируется в водных цепях пищи, чтобы достичь наивысших концентраций в верхних трофических уровнях. MeHg является преобладающей формой ртути в рыбе и других морепродуктах и особенно токсична для развивающейся нервной системы, включая мозг. На основании рекомендаций United Nations Environment Programme (UNEP) и WHO в 2008 г. был сделан перерасчет Hg в рыбе и нерыбных объектах промысла на MeHg. Следует также отметить, что неорганическая ртуть является загрязнителем пищи, но считается, что воздействие ее менее важно из-за меньшей токсичности по сравнению с метилртутью [15,18, 19, 24].

Таблица 3

Ранжирование пищевых продуктов по вкладу в общее значение экспозиции, %

Группа продуктов			Мясо и мясопродукты	Молоко и молочные продукты	Рыба и морепродукты	Зерно и хлебобулочные	Сахар и кондитерские	Плодоовощная продукция	Масло др. жиры
Pb	Взрослые	*Me*	24,17	31,14	2,66	21,56	4,99	14,09	1,39
		95th *perc*	18,18	33,78	3,23	24,02	5,26	14,53	1,00
	Дети	*Me*	30,22	18,94	13,19	31,63	1,76	3,90	0,36
		95th *perc*	22,58	20,42	15,88	35,02	1,85	4,00	0,26
Cd	Взрослые	*Me*	4,74	77,98	1,00	8,93	1,10	4,03	2,22
		95th *perc*	8,73	39,95	2,16	24,34	6,71	12,23	5,88
	Дети	*Me*	8,07	64,57	6,72	17,82	0,53	1,52	0,79
		95th *perc*	12,28	27,35	12,01	40,17	2,67	3,81	1,72
As	Взрослые	*Me*	0	44,30	0	0	55,70	0	0
		95th *perc*	0	51,22	0	0	48,78	0	0
	Дети	*Me*	0	57,78	0	0	42,22	0	0
		95th *perc*	0	64,37	0	0	35,63	0	0
Hg	Взрослые	*Me*	32,29	13,70	6,37	13,77	1,57	6,76	25,54
		95th *perc*	26,92	2,03	4,67	33,98	0,27	21,46	10,67
	Дети	*Me*	36,86	7,61	28,79	18,45	0,50	1,71	6,08
		95th *perc*	28,84	1,06	19,80	42,74	0,08	5,09	2,39

Установлено, что величина экспозиции у детского населения при поступлении контаминантов с продуктами питания в 2,74 раза по *Me* и в 2,85 раз по 95th *perc* больше, чем взрослых.

Характеристика риска показала, что уровни неканцерогенного риска (*HQ*) от воздействия Pb, Cd, As и Hg для взрослого (0,022–0,166 на уровне *Me*, 0,028–0,325 на уровне 95th *perc*) и детского населения (0,029–0,351 на уровне *Me*, 0,039–0,829 на уровне 95th *perc*) не превышают референтного значения, равного 1,0. Повышенное значения содержания MeHg в рыбе и морепродуктах на уровне 95th *perc* для детей обусловливает средний уровень риска (*HQ* = 2,29).

Суммарные индексы опасности (*HI*), рассчитанные на основе *Me* были менее 3,0 для взрослого (0,29) и детского (1,19) населения, что говорит о допустимом риске. На уровне 95th *perc* у детей определяется настораживающий уровень неканцерогенного риска (*HI* = 3,81). Выявлено, что индекс опасности при поступлении химических веществ с пищевыми продуктами в Казани для детей в возрасте 3–6 лет оказался почти в 4 раза выше по *Me* и в 6 раз по 95th *perc*, чем для взрослых.

Изучаемые химические контаминанты (Pb, Cd, As, Hg и MeHg), обнаруженные в анализируемых группах пищевых продуктов на протяжении изучаемого периода, обладают потенциальной способностью вызывать в организме различные вредные эффекты [13, 16].

Наибольший вклад в суммарный индекс опасности (*HI*), обусловленный контаминацией всех исследованных пищевых продуктов для взрослого населения по *Me* и 95th *perc*, вносят Cd (57,16 и 50,55 % соответственно) и MeHg (15,99 и 9,51 % соответственно). Доля вклада As, Pb, и Hg колеблется от 7,39 до 11,19 % по *Me* и от 4,35 до 24,41 % по 95th *perc*. Для детского населения наибольший вклад в *HI* по *Me* и 95th *perc* вносят MeHg (55,65 и 60,16 % соответственно) и Cd (29,57 и 21,77 % соответственно), вклад As, Pb, и Hg составил от 2,4 до 6,57 % по *Me* и от 1,02 до 11,61 % по 95th *perc*. Кроме того у детей на уровне 95th *perc* существует настораживающий уровень неканцерогенного риска для мочеполовой системы (*HI* = 3,56) и центральной нервной системы (*HI* = 3,0). Риск развития неканцерогенных эффектов со стороны органов мочеполовой и центральной нервной систем обусловлен преимущественно контаминацией пищевых продуктов MeHg (60,73 и 76,32 % соответственно) (табл. 4).

Таблица 4

Оценка риска повреждения критических органов и систем организма взрослого и детского населения г. Казани при развитии неканцерогенных эффектов, обусловленных химической контаминацией пищевых продуктов

Критические органы и системы организма	Контаминанты, определяющие воздействие	Взрослые (18 и старше)				Дети (3–6 лет)			
		Индекс опасности (*HI*)		Вклад органов и систем в Σ*HI* (%)		Индекс опасности (*HI*)		Вклад органов и систем в Σ*HI* (%)	
		Me	95th *perc*	*Me*	95th *perc*	*Me*	95th *perc*	*Me*	95th *perc*
Почки	Cd, Hg, MeHg	0,23	0,54	27,38	24,77	1,09	3,56	29,86	29,16
Горм. сист.	Cd, Pb, As, Hg	0,25	0,58	29,76	26,60	0,53	1,52	14,52	12,45
ЦНС	Pb, As, Hg, MeHg	0,11	0,32	13,10	14,68	0,84	3,00	23,01	24,57
Нерв. сист.	Pb, As, MeHg	0,08	0,16	9,53	7,34	0,76	2,54	20,82	20,80
ССС	As	0,02	0,03	2,38	1,38	0,03	0,04	0,82	0,33
Кровь	Pb	0,02	0,07	2,38	3,21	0,07	0,21	1,92	1,72
Репрод. сист.	Pb Hg	0,06	0,23	7,14	12,55	0,15	0,65	4,11	5,32
Иммун. сист.	As, Hg	0,05	0,18	5,95	8,26	0,11	0,48	3,02	3,93
Развитие	Pb	0,02	0,07	2,38	3,21	0,07	0,21	1,92	1,72
Всего	–	0,84	2,18	100	100	3,65	12,21	100	100

Наибольший вклад в формирование неканцерогенного риска (Σ*HI*) для взрослого и детского населения обеспечивается за счет проявления неблагоприятных эффектов со стороны мочеполовой (27,38–29,86 % по *Me* и 24,77–29,16 по 95th *perc*), ЦНС (13,10–23,01 % по *Me* и 14,68–24,57 % по 95th *perc*), нервной (9,53–20,82 % по

Me и 7,34–20,80 % по 95th *perc*) и эндокринной (29,76–14,52 % по *Me* и 26,60–12,45 % по 95th *perc*) систем организма. Вероятность потенциального возникновения поражения других критических органов и систем организма, обусловленного особенностями однонаправленного воздействия контаминантов пищевых продуктов (ССС, иммунная, репродуктивная системы, кровь, развитие), составила: для взрослых – от 2,38 до7,14 % по *Me* и от 1,38 до 12,55 % по 95th *perc*; для детей – от 0,82 до 4,11 % по *Me* и от 0,33 до 5,32 % по 95th *perc* (см. табл. 4)

Исследованные контаминанты (Pb, Cd, As) являются потенциальными химическими канцерогенами, относящимися к группам А, В1, В2 по классификации МАИР [5, 13]. Результаты расчета индивидуального (*ICR*) и популяционного (PCR) канцерогенного риска здоровью населения, обусловленного контаминацией пищевых продуктов Pb, Cd и As, представлены в табл. 5. Согласно Американскому агентству по охране окружающей среды (US EPA) канцерогенные риски в целом выше при экспозициях в ранние периоды жизни по сравнению с аналогичными экспозициями в старшем возрасте. Для количественной оценки канцерогенного потенциала химических веществ, обладающих генотоксическим действием (Pb, Cd), был использован поправочный коэффициент (age-dependent adjustment factor – ADAF), который в возрасте от 2 до 16 лет равен 3 [21].

Таблица 5

Показатели канцерогенного риска здоровью взрослого и детского населения, обусловленного контаминацией пищевых продуктов химическими веществами

Контаминанты	Фактор наклона (SFo)	Параметр	Исследуемая субпопуляция	$LADD_{сумм}$	*ICR*	*PCR*	%
Pb	0,0085	*Me*	Взрослые	3,61E-05	3,07E-07	0,3	10,17
			Дети	3,11E-04	2,64E-06	0,2	12,99
		95th *pers*	Взрослые	1,08E-04	9,14E-07	0,8	14,72
			Дети	9,31E-04	7,92E-06	0,5	16,11
Cd	0,38	*Me*	Взрослые	7,13E-06	2,71E-06	3,0	89,73
			Дети	4,51E-05	1,72E-05	1,0	84,28
		95th *pers*	Взрослые	1,39E-05	5,29E-06	5,1	85,21
			Дети	1,07E-04	4,05E-05	2,5	82,37
As	1,5	*Me*	Взрослые	3,69E-07	3,14E-09	0,003	0,1
			Дети	3,70E-07	5,56E-07	0,03	2,73
		95th *pers*	Взрослые	4,79E-07	4,07E-09	0,003	0,07
			Дети	4,99E-07	7,48E-07	0,04	1,52

Индивидуальный канцерогенный риск (*ICR*), обусловленный содержанием в пищевых продуктах Pb (3,07E-07–9,14E-07) для взрослого населения и As – для взрослого (3,14E-09–4,07E-09) и детского (5,56E-07–7,48E-07) населения, оценивается как пренебрежительно малый. Величина суммарного индивидуального канцерогенного риска (*ICR* Cd, Pb, As) как для взрослого (3,02E-06 по *Me* и 6,2E-06 по 95th *pers*), так и для детского (2,03E-05 по *Me* и 4,92E-05 по 95th *pers*) населения находится в диапазоне допустимых значений, то есть соответствуют верхней границе приемлемого риска. Данные уровни индивидуального канцерогенного риска населения подлежат постоянному контролю. Основной вклад в общий *ICR* из-за потребления контаминированных продуктов вносят Cd (82,37–89,73 %) и Pb (10,17–16,11 %). Величина популяционного канцерогенного риска (*PCR* Cd, Pb, As)

свидетельствует о возможности появления среди взрослого населения до 5, а среди детского населения до 3 дополнительных (к фоновому уровню онкологических заболеваемости) случаев злокачественных новообразований (табл. 5).

Выводы. Оценка риска позволяет значительно сузить круг поиска как факторов воздействия, так и вероятных нарушений здоровья экспонируемого населения и существенно сэкономить время и средства на сбор доказательной базы, подтверждающей наличие вреда здоровью. Многочисленные исследования показывают, что воздействие одних и тех же химических веществ может вызывать различные эффекты для здоровья взрослых и детей. Величина суммарной экспозиционной дозы у детей при поступлении контаминантов с продуктами питания в среднем в 2,74 раза по *Me* и в 2,85 раз по 95th *perc* больше, чем у взрослых. Экспозиция детской популяции к загрязняющим веществам окружающей среды значительно отличается от таковой у взрослых в силу различных причин, связанных с активностью и поведением, питанием детей, физиологическими особенностями метаболизма, проницаемостью кожных покровов и т.д. Реакция детей может быть модифицирована, но ее степень предсказать практически невозможно [12, 22].

Уровни неканцерогенного риска от воздействия Pb, Cd, As и Hg для взрослого и детского населения являются допустимыми, так как не превышают референтного значения, равного 1,0. Повышенное значение содержания MeHg в рыбе и морепродуктах на уровне 95th *perc* для детей обусловливает средний уровень риска (*HQ* = 2,29). Существует настораживающий уровень суммарного неканцерогенного риска (*HI* = 3,81) у детей на уровне 95th *perc*. Индекс опасности при поступлении химических веществ с пищевыми продуктами для детей 3–6 лет оказался выше в 4 раза по *Me* и в 6 раз по 95th *perc*, чем для взрослых. При одновременном поступлении в организм с пищевыми продуктами изучаемых химических контаминант критическими, подверженными наибольшему токсическому воздействию, являются мочеполовая, ЦНС, нервная и эндокринная системы организма.

Индивидуальный канцерогенный риск (*ICR*), обусловленный содержанием в пищевых продуктов Pb для взрослого населения и As для взрослого и детского населения, оценивается как пренебрежительно малый. Не требует дополнительных мероприятий по его снижению и подлежит выборочному периодическому контролю. Величина суммарного индивидуального канцерогенного риска (*ICR* Cd, Pb, As) для обеих возрастных групп населения находится в верхней границе приемлемого риска (2,03E-05–6,2E-06) и подлежит постоянному контролю.

Результаты наших исследований показали более высокую подверженность детей в возрасте 3–6 лет к риску воздействия химических веществ, поступающих с пищевыми продуктами. Обычно оценка риска сопряжена с неопределенностью на этапах оценки экспозиции. В нашем случае мы постарались нивелировать этот аспект, что повысило точность и надежность оцениваемого риска. Такие факторы экспозиции, как величины потребления воды и различных продуктов питания, должны корректироваться при наличии специфических региональных особенностей. Так, при расчетах были использованы региональные факторы экспозиции (масса тела), установленные в поперечном исследовании сотрудниками КФУ, учтены особенности индивидуального и семейного питания на региональном уровне, так как большая часть населения (до 95 %) потребляет продукцию местного производства. Использование повозрастной чувствительности к канцерогенам с применением ADAF к веществам, обладающим генотоксическим эффектом, позволило

провести корректную оценку канцерогенного риска. Полученные результаты канцерогенных рисков взрослых и детей не имеют сильных отличий, что, возможно, связано с отсутствием данных по контаминации As за период исследования. Однако нами было показано, что при пероральном поступлении химических веществ с питьевой водой уровень канцерогенного риска, рассчитанный с учетом ADAF, в 2–3 раза превышал уровни риска, рассчитанные без коэффициентов повозрастной чувствительности к канцерогенам [21].

В то же время количество того или иного ТМ, попадающего в организм человека, зависит не только от потребления им продуктов, содержащих конкретный элемент, но и в большой степени от качества его диеты. В частности, даже незначительная недостаточность железа заметно усиливает аккумуляцию кадмия [11]. По нашим данным за последние 10 лет уровень распространенности анемии у детей от 0 до 14 лет г. Казани составляет до 95 % от класса болезней крови и кроветворных органов и отдельных нарушений, вовлекающих иммунный механизм [8]. При контроле за загрязненностью пищевой продукции и продуктов питания важное значение имеет учет региональных (местных) особенностей в связи с тем, что ТМ могут выступать как незаменимые микроэлементы или как токсиканты. На сегодняшний день приобретает важное значение именно региональная оценка риска, отражающая весь спектр и специфические особенности изучаемых популяций и принятых сценариев воздействия, что представляет большое практическое значение при разработке мероприятий по минимизации риска.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности 19.9777.2017/8.9.

Список литературы

1. Косарев В.В., Бабанов С.А. Экологически зависимая патология, связанная с антропогенным загрязнением территорий // Новости мед. и фармации. – 2011. – № 6. – С. 12–13.

2. МУ 2.3.7.2519-09. Определение экспозиции и оценки риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии России, 2010. – 27 с.

3. Осипова Н.А., Язиков Е.Г., Янкович Е.П. Тяжелые металлы в почве и овощах как фактор риска для здоровья человека // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8–3. – С. 681–686.

4. Оценка неканцерогенного риска для здоровья детского населения при потреблении питьевой воды / Н.В. Степанова, Э.Р. Валеева, С.Ф. Фомина, А.И. Зиятдинова // Гигиена и санитария. – 2016. – № 95 (11). – С. 1079–1083.

5. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

6. Развитие методологии оценки риска с учетом гармонизации с международными требованиями / С.Л. Авалиани, С.М. Новиков, Т.А. Шашина, В.А. Кислицин // Опыт использования методологии оценки риска здоровью населения для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия: материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Ангарск: РИО АТА, 2012. – С. 12–16

7. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, С.Л. Авалиани, О.О. Синицына, Т.А. Шашина // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 2. – С. 4–11.

8. Степанова Н.В., Валеева Э.Р. Основные тенденции здоровья детского населения Республики Татарстан // Гигиена и санитария. – 2015. – № 1. – С 92–97.

9. Степанова Н.В., Валеева Э.Р., Фомина С.Ф. Подходы к ранжированию городской территории по уровню загрязнения тяжелыми металлами // Гигиена и санитария. – 2015. – № 5. – С. 56–61.

10. Степанова Н.В., Фомина С.Ф. Новые направления в методологии оценки риска для здоровья населения – оценка детского риска (глава 1) // Тенденции и инновации фундаментальных и прикладных наук / под ред. И.Б. Красиной. – Ставрополь: Логос, 2016. – Кн. 3. – 162 с.

11. Унгуряну Т.Н. Гигиеническая оценка качества пищевых продуктов в городе Новодвинске // Экология человека. – 2010. – № 12. – С. 10–17.

12. Унгуряну Т.Н., Новиков С.М. Результаты оценки риска здоровью населения России при воздействии химических веществ питьевой воды (обзор литературы) // Гигиена и санитария. – 2014. – № 1. – С. 19–24.

13. Феттер В.В. Оценка риска для здоровья населения химической контаминации продуктов питания и продовольственного сырья // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 4. – С. 54–63.

14. Фомина С.Ф., Степанова Н.В. Неканцерогенный риск для здоровья детского населения г. Казани, обусловленный контаминацией пищевых продуктов и сырья // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 4. – С. 42–48.

15. Buchanan S., Anglen J., Turyk M. Methyl mercury exposure in populations at risk: Analysis of NHANES 2011–2012 [Электронный ресурс] // Environmental Research. – 2015. – Vol. 140. – P. 56–64. – URL: http: //www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935115000766 (дата обращения: 10.08.2018).

16. Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population [Электронный ресурс] // European Food Safety Authority. – EFSA, 2014. – Vol. 12, № 3. DOI: 10.2903/j.efsa.2014.3597. – URL: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2014.3597/references (дата обращения: 15.08.2018).

17. Knowns and unknowns on burden of disease due to chemicals: a systematic review [Электронный ресурс] / A. Prüss-Ustün, C. Vickers, P. Haefliger, R. Bertollini // Environmental Health. – 2011. – Vol. 10 (1). – P. 9–24. – URL: https: //ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1476-069X-10-9 (дата обращения 11.08.2018)

18. Mercury biogeochemical cycling in the ocean and policy implication / R.P. Mason, A.L. Choi, W.F. Fitzgerald, C.R. Hammerschmidt, C.H. Lamborg, A.L. Soerensen, E.M. Sunderland // Environ. Res. – 2012. – № 119. – P. 101–107.

19. Methyl mercury exposure assessment using dietary and biomarker data among frequent seafood consumers in France: CALIPSO study [Электронный ресурс] / V. Sirot, T. Guerin, Y. Mauras, H. Garraud, J.-L. Volatier, J.-Ch. Leblanc // Eighth International Conference on Mercury as a Global Pollutant: Human Health and Exposure to Methylmercury. – 2008. – Vol. 107. – P. 30–38. – URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935107002484 (дата обращения: 28.08.2018).

20. Renwick A.G. Risk characterisation of chemicals in food // Toxicology Letters. – 2004. – Vol. 149, № 1–3. – P. 163–176.

21. Risk assessment and age sensitivity to chemicals from drinking water. Innovations in technical and natural sciences: Monograph / N.V. Stepanova, S.F. Fomina, N.Z. Yusupova, L.R. Khairullina, ed. by P. Busch. – Vienn: East West Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH, 2017. – Vol. 4. – P. 65–77.

22. Stepanova N.V., Arkhipova N.S., Fomina S.F. Priority chemical pollutants of drinking water in the city of Kazan: approach based on risk assessment // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2017. – Vol. 107. – P. 1–5.

23. U.S. EPA. Exposure Factors Handbook 2011 Edition (Final Report). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-09/052F, 2011. [Электронный ресурс]. – URL: https: //cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=236252 (дата обращения: 20.08.2018).

24. UNEP DTIE Chemicals Branch and WHO Department of Food Safety, Zoonoses and Foodborne Diseases. Guidance for Identifying Populations at Risk from Mercury Exposure [Электронный ресурс]. – Geneva, 2008. – 167 p. – URL: http: //www.who.int/foodsafety/publications/risk-mercury-exposure/en/ (дата обращения: 09.08.2018).

Раздел III

Оценка и управление рисками здоровью детей и подростков

Оценка риска здоровью детей и подростков в контексте обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия обучающихся

В.В.Васильев[1,2,3], М.В. Перекусихин[4], Т.В. Рябинина[5], А.П. Дмитриев[1], Ю.В. Корочкина[5], Е.В. Васильев[5]

[1]ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»,
[2]Пензенский институт усовершенствования врачей – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Министерства здравоохранения Российской Федерации,
[3]ГБУЗ «Пензенская областная клиническая больница им. Н.Н. Бурденко»,
[4]Управление Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пензенской области,
[5]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пензенской области»,
г. Пенза, Россия

Распределение детей по группам здоровья по результатам медицинских осмотров, уровни первичной заболеваемости по обращаемости за последние 10 лет в целом согласуются с динамикой распределения общеобразовательных организаций по группам санитарно-эпидемиологического благополучия. При характеристике факторов риска здоровью учащихся целесообразно использование методики гигиенической оценки образовательных организаций с распределением их по уровню санитарно-эпидемиологического благополучия на оптимально-допустимый или потенциально-опасный.

Ключевые слова: санитарно-эпидемиологическое благополучие, образовательная организация, здоровье школьников.

Формирование здоровья детей школьного возраста тесно связано со школьной средой, включающей как факторы, обеспечивающие условия жизнедеятельности обучающихся, так и многочисленные факторы, связанные с образовательным процессом [1, 5, 6, 16, 17]. Повышение интенсивности и напряженности учебно-воспитательного процесса увеличивает риск-ассоциированные нарушения здоровья учащихся [11], и неслучайно целый ряд часто регистрируемых в школьные годы заболеваний стали обозначать как школьно-обусловленные [13]. Как справедливо указывают ряд авторов [3, 14], многие факторы риска здоровью школьников обусловлены обеспечением санитарно-эпидемиологического благополучия образовательных организаций, в связи с чем в последние годы повысился интерес исследователей к этой проблеме [2, 4, 10, 15], но подобных исследований пока недостаточно, что и предопределило выполнение настоящей работы.

Цель исследования – оценка обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия образовательных организаций и его влияния на формирование здоровья обучающихся.

Материалы и методы. Исследование проведено на базе общеобразовательных организаций Пензенской области, относящихся по данным официальной отчетности к первой группе санитарно-эпидемиологического благополучия (СЭБ).

Объектами исследования явились 14 школ, расположенных на территориях четырех административных районов города Пензы и 6 школ, находящиеся в сельских населенных пунктах двух районов области. При определении уровня санитарно-эпидемиологического благополучия использована методика, разработанная коллективом ученых под руководством В.Р. Кучмы [7]. Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия определяли путем нахождения доли образовательных организаций, относящихся к первой, второй и третьей группам благополучия. Проанализировали официальную отчетную документацию: № 9–14 «Сведения о санитарно-эпидемиологическом состоянии учреждений для детей и подростков» и ф. № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации» за период с 2008 по 2017 г. Ретроспективно осуществлен анализ результатов инструментально-лабораторных исследований, проведенных в школах в 2008–2017 гг. Здоровье детей оценивалось по данным статистической отчетности: ф. № 12 – заболеваемость по обращаемости и ф. № 31 – распределение школьников по группам здоровья (также за 10-летний период).

Результаты и их обсуждение. Количество организаций, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам начального, основного и среднего общего образования с 2008 года по 2017 г. в области уменьшилось с 653 до 507, т. е. на 22,4 % за счет закрытия школ начального общего образования и реорганизации малокомплектных сельских школ путем объединения со школами среднего общего образования. Этим преимущественно объясняется улучшение показателей, характеризующих санитарно-техническое состояние школ. Так, по сравнению с 2008 в 2017 г. уменьшилось количество школ, где не имеется: канализации – с 11,3 до 1,0 %, централизованного водоснабжения – с 9,9 до 0,79 %, центрального отопления – с 4,1 до 0,2 %. Количество школ, где требуется проведение капитального ремонта, остается практически неизменным – 6,02 и 5,9 % соответственно.

По данным официальной отчетности за данный период в разные годы в 11,3–28,3 % обследованных школ мебель не соответствовала росто-возрастным показателям. Не соответствовали санитарным нормам и правилам по микроклимату от 6,7 до 17,6 %, по освещенности – от 3,14 до 14,3 %, по шуму – от 1,9 до 7,7 %, по электромагнитным полям – от 1,3 до 21,1 % общеобразовательных организаций. Доля школ, где технические средства обучения не соответствовали санитарным нормам и правилам, составила 1,14–8,3 %. В воде разводящей сети водопроводов школ от 2,0 до 14,4 % проб по санитарно-химическим показателям не соответствовали гигиеническим нормативам, по микробиологическим показателям – 1,3–4,3 %. От общего количества исследованных готовых блюд не соответствовали гигиеническим нормативам 2,1–15,0 % проб, по санитарно-химическим показателям – 0,24–4,2 %, по микробиологическим показателям – 6,1–12,6 %, по калорийности и полноте вложения, – 0,1–5,6 %.

С 2010 г. по официальным данным в области не имеется образовательных организаций, не соответствующих требованиям санитарных норм и правил и относящихся к третьей группе санитарно-эпидемиологического благополучия. Доля школ, относящихся ко второй группе санитарно-эпидемиологического благополучия, уменьшилась более чем в полтора раза и составила 43 %, а доля школ первой группы – увеличилась в 2 раза и составила 57 % (табл. 1). В целом по Российской Федерации в 2017 г. по сравнению с 2008 г. доля общеобразовательных организаций, относящихся к первой группе санитарно-эпидемиологического благополучия, уве-

личилась с 39,9 до 50,2 %, т.е. в 1,25 раза, доля школ второй группы СЭБ уменьшилась с 56,4 до 48,9 % (в 1,15 раза), а доля школ третьей группы СЭБ уменьшилась в 7,1 раза, т.е. с 6,4 до 0,9 % [8, 9]. Таким образом, для общеобразовательных организаций Пензенской области в последние 10 лет, как и в целом по стране, характерна тенденция улучшения обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия, но позитивные процессы происходили более интенсивно.

Таблица 1

Распределение общеобразовательных организаций Пензенской области в 2008–2017 гг. по группам санитарно-эпидемиологического благополучия, %

Группа СЭБ	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	28,17	227,51	228,26	228,83	230,21	238,17	248,87	251,54	257,0
2	71,68	272,49	271,74	271,17	269,79	261,83	251,12	248,46	243,0
3	0,15	20	0	0	0	0	0	0	0

Улучшение санитарно-эпидемиологического благополучия, сопровождающееся увеличением доли школ, отнесенных к первой группе СЭБ, и, соответственно, сокращением доли общеобразовательных организаций второй и третьей групп СЭБ, объясняется сокращением числа малокомплектных школ, где отсутствовало централизованное водоснабжение, центральное отопление и не имелось канализации. Тем не менее имеющие место позитивные процессы нельзя не заметить. Это прослеживается в уменьшении числа школ, не соответствующих требованиям гигиенических нормативов. В 2017 г. по сравнению с 2008 г. доля школ, где мебель не соответствовала возрастным показателям, уменьшилась с 11,3 до 5,7 %, доля школ, где искусственная освещенность, электромагнитные поля не отвечали санитарным нормам и правилам, снизилась с 14,2 до 3,1 % и с 14,9 до 1,3 % соответственно. Число школ, не отвечающих гигиеническим нормативам по параметрам микроклимата, уровню шума, не уменьшилось, а увеличилось с 6,7 до 9,9 % и с 1,1 до 2,0 % соответственно.

Все перечисленные показатели не соотносятся с количеством общеобразовательных организаций, относящихся к третьей группе СЭБ. В связи с этим возникает необходимость оценивать школы не только по группам СЭБ, но и более углубленно, как это приведено в методике [7].

Данные профилактических медицинских осмотров учащихся общеобразовательных организаций области свидетельствуют о том, что доля практически здоровых без факторов риска (1-я группа здоровья) за 2008–2017 гг. увеличилась с 23,04 % в 2008 г. до 24,93 % в 2017 г. ($p < 0{,}001$). За этот период доля школьников со 2-й группой здоровья, в которую входят учащиеся, имеющие функциональные отклонения и риск развития хронической патологии, уменьшилась с 58,97 до 55,55 % ($p < 0{,}0001$). Одновременно увеличилось число детей, страдающих хроническими заболеваниями в стадии компенсации и отнесенных к 3-й группе здоровья (с 16,4 до 17,52 %; $p < 0{,}001$), и уменьшилось число детей с 4-й группой здоровья, то есть с хроническими заболеваниями в стадии субкомпенсации (с 1,51 до 0,41 %; $p < 0{,}001$).

Аналогичные изменения произошли в динамике распределения школьников по группам здоровья в городе Пензе. В 2017 г. по сравнению с 2008 г. доля детей с 1-й группой здоровья увеличилась с 13,91 до 17,7 % ($p < 0{,}001$), а число школьников со 2-й группой здоровья уменьшилось с 64,91 до 57,2 % ($p < 0{,}0001$). Число де-

тей, отнесенных к 3-й группе здоровья, увеличилось с 19,56 до 23,7 % ($p < 0,001$), а доля детей с 4-й группой здоровья уменьшилась с 1,63 до 0,66 % ($p < 0,001$).

В Пензе доля детей, отнесенных к 1-й группе здоровья, как в 2008 г. в 1,65 раза ($p < 0,001$), так и в 2017 г. в 1,4 раза ($p < 0,001$) меньше, чем в среднем по области. Доля здоровых школьников 1-й группы здоровья в среднем по области в 2017 г. ниже, чем в целом по РФ, составившей в 2016 г. 29,8 % [12].

За 10 лет наблюдения отмечается достоверное ($p < 0,001$) уменьшение первичной заболеваемости детей и подростков области по многим классам болезней, за исключением болезней органов дыхания: у детей заболеваемость болезнями органов дыхания повысилась на 2,1 %, у подростков – на 14,5 % Кроме того, у детей отмечается рост на 14,3 % по классу болезни нервной системы, у подростков – на 35,7 % по классу болезней органов пищеварения.

Несмотря на положительный тренд первичной заболеваемости детей болезнями глаза и его придаточного аппарата, костно-мышечной системы и соединительной ткани по сравнению с аналогичными общероссийскими показателями (табл. 2), на протяжении ряда лет у детей в Пензенской области сохраняется более высокий риск понижения остроты зрения, сколиоза и нарушения осанки. Так, если в 2008 г. в Пензенской области понижение остроты зрения выявлено у 92,3 на 1000 осмотренных детей в возрасте до 17 лет, то в РФ – у 72,9 ‰, сколиоз – у 35,3 и 22,1 ‰, нарушение осанки – у 85,2 и 80,5 ‰. В 2016 г. общий показатель понижения остроты зрения составил 87,1 и 69,7 ‰, сколиоз – 24,9 и 18,0 ‰, нарушение осанки – 84,1 и 81,7 ‰ соответственно. Многолетний средний показатель за 2008–2016 гг. понижения остроты зрения у детей до 17 лет включительно в Пензенской области превысил аналогичный по РФ на 21,4 %, показатель уровня сколиоза – на 42,7 %, а показатель нарушений осанки – на 6,9 %. Следует отметить, что перед поступлением в школу показатели понижения зрения и нарушения осанки у детей в Пензенской области и в целом в РФ отличались незначительно, но перед окончанием школы областные показатели превышали аналогичные в среднем по РФ. Также следует подчеркнуть, что уровень всех трех показателей в течение всех 10 лет у детей, проживающих в городе Пензе, были выше, чем в среднем по области.

Таблица 2

Заболеваемость, зарегистрированная впервые у детей в возрасте от 0 до 14 лет в Пензенской области и РФ, на 1000 детей

Класс болезни	2008	2011	2013	2014	2015	2016	
Глаза и его придаточного аппарата	272,7	264,7	275,0	266,5	268,4	251,2	обл.
	257,0	258,7	260,2	260,0	259,1	259,0	РФ
Костно-мышечной системы и соединительной ткани	2103,8	267,2	258,1	257,9	246,2	228,5	обл.
	239,2	239,2	236,5	234,8	233,1	231,6	РФ

Оценка образовательной среды по методике, разработанной под руководством В.Р. Кучмы, позволила отнести 6 из 14 городских и 3 из 6 сельских школ к первому уровню санитарно-эпидемиологического благополучия, то есть к оптимально-допустимому, а оставшиеся 8 городских и 3 сельских – ко второму уровню санитарно-эпидемиологического благополучия, то есть к потенциально-опасному.

Причинами отнесения образовательных организаций ко второму уровню явились нарушения Сан ПиН 2.4.2.2821-10:

♦ превышение наполняемости классов, вследствие чего не соблюдаются требования по нормативам площади на одного учащегося, по размерам проходов и расстоянию между партами, освещенности учебных мест и параметров температуры воздуха в классах;

♦ мебель в среднем и старшем школьном звеньях одного размера, не позволяющая рассаживать учащихся в соответствии с ростом;

♦ не соблюдается режим проветривания помещений;

♦ на уроках не проводятся физкультминутки и гимнастика для глаз с целью профилактики утомления, нарушения осанки и зрения обучающихся;

♦ не соблюдается непрерывная продолжительность различных видов учебной деятельности обучающихся и использования технических средств обучения, оптимальные расстояния от глаз до тетради или учебника;

♦ не выполняется требование к максимальному объему домашних заданий;

♦ понедельное школьное расписание не обеспечивает рационального распределения уроков, не соответствует физиологической кривой недельной работоспособности для старшеклассников.

Таким образом, в 11 из 20 образовательных организаций нарушаются гигиенические требования и очевидно наличие факторов риска здоровью школьников.

Выводы. Распределение детей по группам здоровья по результатам медицинских осмотров, уровни первичной заболеваемости по обращаемости за последние 10 лет в целом согласуются с динамикой распределения общеобразовательных организаций по группам санитарно-эпидемиологического благополучия. При характеристике факторов риска здоровью учащихся целесообразно использование методики гигиенической оценки образовательных организаций с распределением их по уровню санитарно-эпидемиологического благополучия на оптимально-допустимый или потенциально-опасный.

Список литературы

1. Зорина И.Г. Пути совершенствования гигиенического контроля по оздоровлению образовательных условий школьников // Российская гигиена – развивая традиции, устремляемся в будущее: материалы XII Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей (Москва, 17–18 ноября 2017 г.). – М., 2017. – Т. 1. – С. 469–472.

2. Использование методологии оценки риска здоровью при определении уровня санитарно-гигиенического благополучия школ крупного города / Т.В. Бадеева, Е.С. Богомолова, Ю.Г. Кузмичев Ю.Г. [и др.] // Медицинский альманах. – 2015. – № 5 (40). – С. 182–185.

3. Кучма В.Р., Сафонкина С.Г., Молдованов В.В. Оценка связи между здоровьем детей, посещающих образовательные учреждения, и уровнем их санитарно-эпидемиологического благополучия // Научные ведомости. – 2014. – № 24 (195). – С. 73–76

4. Кучма В.Р. Анализ риска здоровью детей в стратегии обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия обучающихся в общеобразовательных

организациях // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2015. – № 4. – С. 9–15.

5. Кучма В.Р. Риски здоровью детей в процессе жизнедеятельности: проблемы, методы оценки, технологии управления // Российский педиатрический журнал. – 2016. – № 19 (4). – С. 238–243.

6. Мыльникова, И.В. Гигиеническая оценка внутришкольной среды городских и сельских образовательных учреждений // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 12. – С. 1193–1197.

7. Новый методический подход к гигиенической оценке уровня санитарно-эпидемиологического благополучия общеобразовательных организаций / В.Р. Кучма, М.И. Степанова, И.Э. Александрова [и др.] // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2016. – № 2. – С. 27–32.

8. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2016 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2017.– С. 44–51.

9. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2008 году: Государственный доклад. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 467 с.

10. Оценка санитарно-гигиенического благополучия и здоровья учащихся в образовательных учреждениях с разной интенсивностью учебного процесса / Е.С. Богомолова, М.В. Шапошникова, Т.В. Бадеева, М.В. Ашина, Н.В. Котова, С.Н. Ковальчук // Медицинский альманах. – 2014. – № 4 (34). – С. 90–92.

11. Риск-ассоциированные нарушения здоровья учащихся начальных классов школьных образовательных организаций с повышенным уровнем интенсивности и напряженности учебно-воспитательного процесса / Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова, К.П. Лужецкий, О.А. Маклакова, М.А. Землянов, О.В. Долгих, С.В. Клейн, Н.В. Никифорова // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 1. – С. 66–83.

12. Российский статистический ежегодник. 2017. – М., 2017. – 219 с.

13. Руководство по диагностике и профилактике школьно-обусловленных заболеваний, оздоровлению детей в образовательных учреждениях / под ред. чл.-корр. РАМН, профессора В.Р. Кучмы и д.м.н. П.И. Храмцова. – М.: НЦЗД, 2012 – 181 с.

14. Санитарно-гигиеническое обеспечение общеобразовательных организаций как фактор риска здоровью школьников / Е.С. Богомолова, Ю.Г. Кузьмичев, А.Н. Писарева [и др.] // Медицинский альманах. – 2017. – № 4 (49). – С. 157–152.

15. Сафонкина С.Г. Система обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия школьников // Профилактическая и клиническая медицина. – 2014.– № 3 (52). – С. 67–71.

16. Basch C.E. Healthier students are better learners: a missing link in school reforms to close the achievement gap // J. Sch. Health. – 2011. – № 81 (10). – P. 593–598.

17. Subjective health literacy among school-aged children / O. Paakkari, M. Torppa, J. Villberg, L. Kannas, L. Paakkari // Health Education. – 2018. – № 118 (2). – P. 182–195.

Некоторые аспекты состояния здоровья обучающихся в сельских образовательных учреждениях среднего профессионального образования

Э.Г. Гималетдинов[1], Л.Б. Овсянникова[2], Е.Г. Степанов[1], В.М. Изикаев[1]

[1]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Башкортостан,
[2]ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
г. Уфа, Россия

Анализируются результаты опроса, проведенного среди студентов, обучающихся в сельских образовательных учреждениях среднего профессионального образования. Исследование посвящено изучению состояния здоровья обучающихся в сельских образовательных учреждениях среднего профессионального образования.

Ключевые слова: среднее профессиональное образование, здоровье.

Состояние здоровья, как известно, является интегральным критерием, отражающим совокупное влияние комплекса факторов среды обитания, в том числе условий воспитания, обучения, трудовой деятельности, образа жизни, что влечет за собой комплексный, системный подход при решении вопросов сохранения и укрепления здоровья обучающихся. Данная позиция нашла отражение в Национальной стратегии действий в интересах детей [5, 7].

Как показывают исследования [8], ведущим фактором, препятствующим ведению здорового образа жизни (ЗОЖ), является «низкая личная мотивация» обучающихся. Второе ранговое положение занимает «низкий материальный уровень семьи». На третьем месте – «иные жизненные приоритеты».

Зачастую у подростков отсутствуют знания о профилактике и основам здорового образа жизни, об условиях проживания и факторах риска.

Начальное и среднее профессиональное образование вносят существенный вклад в реализацию молодежной политики государства. Отмечено, что в кадровой структуре разных отраслей экономики страны количество работников с начальным и средним профессиональным образованием составляет от 60 до 80 %, а в сфере обслуживания – 90 %. Причем более 90 % студентов учреждений начального и среднего профессионального образования, а в малых городах 100 % студентов – это жители региона, на территории которого расположено образовательное учреждение [1, 2, 4, 5].

Организму студентов свойственны особенности, обусловленные возрастом, влиянием условий учебы и быта. Как показывают исследования, учебная деятельность требует значительного нервно-эмоционального напряжения. Большое влияние на организм студентов младших курсов оказывают изменения привычного уклада жизни. В организме молодых людей еще не завершено формирование ряда

физиологических систем, в первую очередь нейрогуморальной, поэтому они чувствительны к нарушению сбалансированности пищевых рационов [3, 6].

Задача любого среднего профессионального учебного заведения – подготовить не только профессиональных, но и здоровых энергичных специалистов. В условиях экономического кризиса сокращения доходов семей и студенческой безработицы, а также на фоне роста цен на продукты питания необходимо выработать предложения по совершенствованию системы питания нашего студенчества [8].

Цель исследования – оценить здоровье студентов, обучающихся в сельских образовательных учреждениях среднего профессионального образования.

Материалы и методы. Исследование проводилось методом анкетирования студентов, обучающихся в сельских образовательных учреждениях среднего профессионального образования, расположенных в северо-восточной части Республики Башкортостан, реализующих образовательные программы по техническим специальностям (механизация, техническое обслуживание, ремонт автомобильного транспорта, ветеринария, агрономия) и гуманитарным специальностям (преподаватель начальных классов, дошкольное образование).

Опрошено 876 респондентов, из них 56,5 % юношей и 43,5 % девушек. Средний возраст участников исследования составлял 18,7 г., из них основная масса (71,1 %) была в возрастном интервале от 16 до 18 лет.

В анкеты были включены вопросы, касающиеся материального положения, оценки своего здоровья, режима питания, вредных привычек.

Результаты и их обсуждение. При анализе материального состояния студентов установлено, что доход у 53,4 % опрошенных соответствует прожиточному минимуму, а у 28,6 % – ниже прожиточного минимума. Несмотря на это основная масса анкетируемых оценивают материальные условия жизни своей семьи положительно (50,4 % – как хорошее; 35,6 % – как очень хорошее).

При субъективной оценке состояния своего здоровья 41,0 % опрошенных отмечают, что их здоровье лучше, чем у сверстников, а 8,4 % – считают, что хуже.

Ухудшение в состоянии здоровья за последний год отмечают 13,7 % опрошенных.

Наличие хронических заболеваний отмечает 27,4 % респондентов. Чаще всего выделяют патологию органов дыхания и аллергии – по 22,0 % опрошенных, органов пищеварения – 20,0 %, болезни сердечно-сосудистой системы – 16,4 %.

Из числа опрошенных 68,9 % указывают, что за последний год перенесли простудные заболевания, причем 32,3 % – более двух раз.

Из числа опрошенных 49,8 % студентов имеют пропуски занятий по причине заболевания.

Подверженность стрессам указывают 57,5 % студентов, среди девушек их значительно больше – 70,2 % (среди юношей – 47,8 %). Основными причинами выделяют: финансовые трудности (20,2 %), проблемы с учебой (15,7 %), проблемы в семье (11,0 %), одиночество (10,9 %).

На вопрос: «Занимаетесь ли вы физической культурой?», почти треть ответила отрицательно, причем среди девушек доля таковых 38,8 %, среди юношей только 20,3 %.

Основная масса юношей (58,8 %) на свежем воздухе проводя более трех часов, не гуляют 2,3 %, среди девушек 35,2 и 6,2 % соответственно.

На выполнение домашнего задания основная масса опрошенных (87,7 %) тратит 1–2 часа.

Анкетирование показало, что 48,5 % обучающихся употребляют алкогольные напитки. Причем число их возрастает со сроком обучения почти в два раза (от 42,9 % в первый год обучения до 82,8 % – к четвертому году). По анкетным данным регулярно курят почти третья часть (29,5 %) респондентов, также с ростом срока обучения отмечается тенденция к увеличению числа курящих.

На этом фоне только 15,0 % студентов из всех анкетируемых регулярно принимают поливитамины, причем 26,9 % – вообще не принимают, 36,5 % – очень редко.

Из числа опрошенных студентов 13,5 % респондентов довольно часто или постоянно принимают лекарственные препараты.

Проведенный опрос демонстрирует серьезные нарушения в режиме питания более 50 % респондентов, причем у девушек подобные нарушения выявляются достоверно чаще. Ограничивают себя в питании треть опрошенных, основной причиной отмечают нехватку времени. Отмечают ухудшение в питание 19,9 % первокурсников.

Анализ анкет свидетельствует, что предпочтение в питании студенты отдают продуктам быстрого приготовления (72,8 %) и приему пищи всухомятку (67,7 %). В продуктовом наборе обучающихся отмечается дефицит молочных продуктов, мясных и рыбных блюд. Отсутствуют в ежедневном рационе макаронные и крупяные изделия, овощи и фрукты у более 80 % обучающихся.

Выводы. Таким образом, как показали наши исследования, отмечаются серьезные нарушения в условиях обучения, воспитания и образа жизни сельской молодежи. В этих условиях назрела острая необходимость проведения углубленного изучения состояния их здоровья и разработки программ общеобразовательных дисциплин, направленных на формирование здоровьесберегающих компетенций у обучающихся в сельских учреждениях среднего профессионального образования.

Список литературы

1. Безруких М.М. Здоровьесберегающая школа. – М.: Московский психолого-социальный институт, 2004. – 240 с.

2. Ведущие направления организации профилактической помощи подросткам начальных и средних профессиональных учебных заведений / Т.В. Яковлева, В.Ю. Альбицкий, А.А. Иванова, М.В. Сухинин // Российский педиатрический журнал. – 2014. – № 3. – С. 33–36.

3. Гигиеническая оценка пищевого поведения студентов первого курса медицинского высшего учебного заведения / О.Б. Алуф, О.В. Васюхичева, И.А. Мишкич, А.А. Султанбекова, А.В. Истомин // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 2 (251). – С. 23–26.

4. Гималетдинов Э.Г., Овсянникова Л.Б., Степанов Е.Г. Гигиеническая оценка влияния условий обучения и воспитания на здоровье обучающихся в сельских образовательных учреждениях среднего профессионального образования // Санитарный врач. – 2017. – № 12. – С. 49–53.

5. Дочкина Н.Л. Нормативные аспекты здоровьесберегающей деятельности в профессиональных образовательных организациях // Профессиональное образование в России и за рубежом. – 2014. – № 1 (13). – С. 45–50.

6. Лакшин А.М., Кожевникова Н.Г. Питание как фактор формирования здоровья и работоспособности студентов // Вопросы питания. – 2008. – № 1. – С. 43–45.

7. О национальной стратегии действий в интересах детей на 2012–2017 гг.: Указ Президента РФ № 761 от 01.07.2012 г. [Электронный ресурс] // Президент России: официальный сайт. – URL: http://kremlin.ru/acts/bank/35418 (дата обращения: 16.03.2018).

8. Челноков В.А. Жизненные ценности: социальные и профессиональные представления студентов ССУЗ // Казанский педагогический журнал. – 2005. – № 1. – С. 13–17.

Профилактика алиментарно-зависимых болезней населения в условиях северного региона

Н.В. Гогадзе[1], Д.В. Турчанинов[2]

[1]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области»,
[2]ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
г. Омск, Россия

Проведено изучение структуры фактического питания, потребления основных групп пищевых продуктов и нутриентов взрослым населением северного региона, рассчитано их фактическое пищевое потребление. Для выявления особенностей структуры фактического питания населения северного региона проведено сравнение полученных данных с данными по Омской области, не относящейся к территориям Крайнего Севера, но территориально близкой к ним (выборка с контрольной территории не отличалась по половозрастному составу от основной группы, 2I = 2,08; $p > 0,05$). Установлены причинно-следственные и статистические зависимости между обеспеченностью населения северного региона рядом нутриентов и образом жизни, качеством жизни и состоянием здоровья. Обоснованы приоритетные направления совершенствования профилактики алиментарно-зависимых болезней в условиях северного региона России.

Ключевые слова: фактическое питание, профилактические мероприятия, алиментарно-зависимые болезни, Ханты-Мансийский автономный округ-Югра.

Изучив материалы обследования бюджетов домохозяйств (ОБДХ) северного региона (ХМАО-Югры), установлено, что уровни потребления хлебных, рыбных молочных продуктов, яиц, растительных масел, фруктов и ягод, овощей и бахчевых, картофеля в ХМАО-Югре оказались ниже, чем в среднем по РФ и в Омской области. Имеет место резкое отличие изучаемого северного региона по размеру среднедушевых денежных доходов от среднероссийских показателей и Омской области (наибольший удельный вес имели группы населения с максимальным ежеме-

сячным доходом). Так, для членов домохозяйств десятой децильной группы пищевые продукты были доступны, при этом в их питании существенно больший удельный вес составили продукты со значительным количеством животных жиров. Подобная ситуация определялась, в том числе, недостаточной информированностью и навыками населения в вопросах планирования рациона. По результатам оценки установлено, что фактическое питание взрослого населения ХМАО-Югры является нерациональным и несбалансированным, характеризуется недостаточным потреблением омега-3 – ПНЖК, фосфолипидов, пищевых волокон, метионина, витаминов (А, Д, B_2, B_6, PP, С) и микроэлементов (селен, кальций) при избыточном потреблении масел и жиров, хлебных продуктов, стеринов, поваренной соли. Оценивая режим питания и пищевые привычки, выявлено, что они у большей части населения не соответствовали гигиеническим требованиям в части: кратности приемов пищи (у 25,4 ± 2,5 % населения), нерегулярности питания (у 57,3 ± 2,9 %), ограниченного времени приема пищи (у 35,5 ± 2,8 %), частого переедания (у 23,5 ± 2,5 %).

Изучение данных о качестве и безопасности продуктов питания позволило сделать вывод о стабильном уровне контаминации пищевых продуктов загрязнителями химической природы ($T_{пр}$ = +0,5 %, $p > 0,05$). Удельный вес проб продукции, не соответствующей гигиеническим требованиям по микробиологическим показателям, составил 6,09 ± 0,03 %, по физико-химическим показателям – 3,48 ± 0,02 %. Эти показатели превышали среднероссийские (в первую очередь за счет мяса, мясопродуктов, птицы), при этом в 2009–2013 гг. отмечено снижение количества исследованных проб на 8,6–11,6 %.

При скрининговом биомониторинговом исследовании жителей г. Сургута, у 64,4 % населения были выявлены значимые нарушения минерального обмена. По недостаточному содержанию на лидирующих позициях были селен (недостаток у 83,7 ± 1,9 % обследованных) и йод (у 39,4 ± 2,6 %). Медианы концентраций Co, Cu, Fe, Mg в волосах населения г. Сургута превышали таковые у жителей г. Омска, но не выходили за пределы референтных величин. Суммарный коэффициент токсической нагрузки ($К_{токс}7$) у жителей ХМАО-Югры оказался высоким, значимо отличаясь от аналогичного на контрольной территории ($p < 0,000$), что указывает на наличие особенностей санитарно-экологической ситуации, описанной для ряда территорий ХМАО-Югры, отражающихся на здоровье населения, и согласуется с данными исследований в этом направлении. К примеру, клинические признаки витаминно-минеральной недостаточности встречались со следующей частотой: сухость кожных покровов – у 25,2 ± 2,5 %, кровоточивость десен при чистке зубов – у 20,9 ± 2,3 %, мышечная слабость – у 16,7 ± 3,0 %, отечность и разрыхленность десен – у 11,4 ± 1,8 %, трещины губ – у 7,5 ± 1,5 %, гиперкератоз – у 7,2 ± 1,5 %, ангулярный стоматит – у 8,0 % обследованных, что согласуется с данными о выявленной ранее недостаточности витаминов A, D, B_2, B_6, PP, C, холина, цинка, селена в рационе [2–4, 6, 7].

На фоне нарушений пищевого статуса формируется алиментарно-зависимая заболеваемость населения, показатели которой имеют неблагоприятную структуру и негативную тенденцию в динамике, определяя необходимость проведения регионально-ориентированных профилактических мероприятий [1, 5]. Показатель первичной заболеваемости взрослого населения ХМАО-Югры алиментарно-зависимыми болезнями, включая болезни системы кровообращения, новообразования, анемии, болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ, в 2008–2016 гг. был стабильным ($T_{пр}$ = +0,5 %) и составил 56,3 ± 0,20/0000.

В то же время показатели общей заболеваемости этой патологией существенно увеличивались в динамике ($Т_{пр}$ = +4,1 %; $p < 0{,}001$), составив в среднем 304,7 ± 0,40/0000. Отмечалось выраженное увеличение общей заболеваемости болезнями эндокринной системы, расстройствами питания и нарушениями обмена веществ, анемиями, связанными с питанием, умеренный рост общей заболеваемости новообразованиями и болезнями системы кровообращения. Отмечен рост заболеваемости патологией, связанной с недостатком микронутриентов ($Т_{пр}$ = +2,7 %; $p < 0{,}001$), за период 2005–2014 гг. В 2011–2013 гг. этот показатель существенно опередил среднероссийские величины. Стандартизованные показатели смертности населения региона от болезней системы кровообращения оказались на 14,5 % ниже среднероссийских (нестандартизованные показатели ниже в 2,74 раза), а уровни смертности от других алиментарно-зависимых болезней были существенно выше среднероссийских, что отличалось от данных анализа нестандартизованных показателей.

При изучении качества жизни, связанного со здоровьем у жителей ХМАО-Югры, полученные показатели оказались существенно выше аналогичных у населения контрольной территории по шкалам: *RP* ($p < 0{,}001$), *BP* ($p < 0{,}001$), *RE* ($p < 0{,}001$), что свидетельствует о наличии региональных особенностей воздействия здоровьеформирующих факторов (их спектра и интенсивности) на сравниваемых территориях. Установленные особенности питания и пищевых привычек в сочетании с природно-климатическими и социально-экономическими условиями проживания в северном регионе определяли особенности формирования пищевого статуса и снижение показателей качества жизни, связанного со здоровьем по шкалам, отражающим как физический ($r_S = -0{,}27$; $p < 0{,}001$), так и психологический компонент здоровья ($r_S = -0{,}20$; $p < 0{,}001$).

У лиц с выявленными нарушениями пищевого статуса (но без установленного диагноза алиментарно-зависимого заболевания) показатели качества жизни практически по всем шкалам опросника были существенно ниже, чем у населения без таковых. Таким образом, качество жизни существенно страдает уже на этапе формирования нарушений пищевого статуса.

По данным интегральной оценки совокупности показателей качества жизни и состояния здоровья населения удельный вклад фактора питания составил 41,3 % (рисунок).

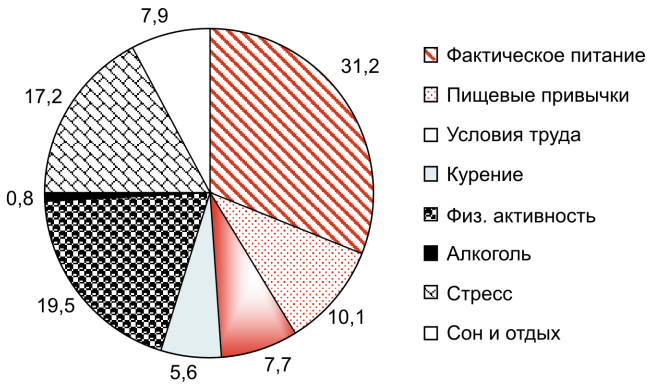


Рис. Интегральная оценка совокупности показателей качества жизни и состояния здоровья населения (%)

Совокупность полученных данных о фактическом питании, пищевом статусе, КЖСЗ, показателях заболеваемости и смертности населения ХМАО-Югры позволила заключить, что действующая в регионе система профилактики алиментарно-зависимых болезней недостаточно эффективна и послужила основой для разработки системы надзора за питанием населения в урбанизированном регионе Севера России.

Обоснованными мерами по совершенствованию структуры и функционирования регионально-ориентированной системы профилактики алиментарно-зависимых болезней у населения северного региона являются: реализация образовательных программ для населения и специалистов, обогащение продуктов питания местного производства и массового потребления микронутриентами, наиболее дефицитными в структуре рациона населения ХМАО. Для научного обеспечения системы профилактики необходима организация системы надзора за питанием с учетом региональных особенностей природной и социальной среды, выполняющей информационно-аналитические функции.

Эффективность практических рекомендаций проведенного исследования оценена в ходе повторной гигиенической оценки фактического питания среди 90 респондентов, которым были даны рекомендации по коррекции рациона питания. Отмечены положительные изменения в потреблении белков, метионина, W-3 – ПНЖК, фосфолипидов, фолатов, витаминов D, B_1, B_2, B_6, PP, кальция и селена. Энергетическая ценность рациона, потребление жиров, углеводов, пищевых волокон, витамина А, аскорбиновой кислоты осталась на прежнем уровне.

Список литературы

1. Агаджанян Н.А., Петрова П.Г. Человек в условиях Севера. – М.: Крук, 1996. – 208 с.

2. Вильмс Е.А. Гигиенические и эпидемиологические аспекты питания и здоровья сельского населения Омской области: автореф. дис. … канд. мед. наук. – Омск, 2007. – 22 с.

3. Оценка фактического питания населения в Центрального округа города Омска / В.Н. Ложкина, Е.В. Мешкова, Р.А. Никитина, А.В. Бакуменко // Влияние среды обитания на здоровье населения. – Омск, 2001. – С. 57–58.

4. Петровский К.С., Ванханен В.Д. Гигиена питания: учебник. – 3 изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 1982. – 528 с.

5. Пузанова Л.А. Гигиеническое обоснование системы мероприятий по профилактике алиментарно-зависимых заболеваний населения Белгородской области: автореф. дис. … канд. мед. наук. – М., 2004. – 28 с.

6. Такаев Р.М. Гигиеническая оценка региональных особенностей питания взрослого населения и их влияния на формирование здоровья: автореф. дис. … канд. мед. наук. – Оренбург, 2007. – 27 с.

7. Шарухо Г.В. Научное обоснование гигиенических и медико-организационных мероприятий по совершенствованию профилактики и коррекции микронутриентной недостаточности йода и железа на эндемичных территориях: дис. … д-ра мед. наук. – М., 2012. – 249 с.

Сравнительная характеристика морфофункционального состояния щитовидной железы у учащихся образовательных учреждений с различной учебной нагрузкой

М.Т. Зенина, И.Е. Штина

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

При сопоставительной гигиенической оценке образовательного режима учащихся установлено, что в школе с углубленным изучением предметов математического профиля учебный процесс являлся более интенсивным. Проведен сравнительный анализ тиреоидного профиля у детей, обучающихся в различных типах образовательных учреждений. У учащихся «инновационной» школы изменения объема и структуры щитовидной железы выявлялись до 3,6 раза чаще, чем у детей общеобразовательной школы, а также обнаружено превышение относительного риска антителообразования к тканям щитовидной железы.

Ключевые слова: щитовидная железа; гормональный профиль; напряженность образовательного процесса.

В настоящее время в России сохраняются неблагоприятные тенденции ухудшения здоровья детей в процессе обучения [4]. Современный образовательный процесс характеризуется повышенными требованиями, предполагающими все возрастающий объем информации по различного рода дисциплинам, увеличением количества учебных дисциплин без учета психофизиологических возможностей субъектов образовательного процесса [3]. В условиях интенсификации учебной деятельности у школьников снижаются функциональные резервы организма и возрастает напряженность механизмов регуляции [1]. У детей и подростков РФ заболевания щитовидной железы стабильно занимают лидирующее место в структуре эндокринной патологии [2, 6]. Удельный вес болезней щитовидной железы в структуре общей заболеваемости детей составляет 25 %, достигая в подростковом возрасте почти 50 % [2].

Так как тиреоидный баланс играет важную роль в формировании процессов адаптации детей к влиянию факторов стресса, важно вовремя выявлять нарушения функционального и морфологического состояния щитовидной железы в условиях внедрения интенсивных образовательных программ [5].

Цель исследования – проанализировать морфофункциональное состояние щитовидной железы у учащихся с различной учебной нагрузкой.

Материалы и методы. Объектом исследования являлись МАОУ «Средняя общеобразовательная школа с углубленным изучением предметов физико-математического цикла» (СОШ ФМЦ) и МАОУ «Средняя общеобразовательная школа» (СОШ); учащиеся первого, второго и третьего уровней образования. В исследовании участвовало 176 детей. Группу наблюдения составили 83 учащихся школы с углубленным изучением предметов физико-математического цикла, группу срав-

нения – 93 учащихся средней образовательной школы. Обе группы были сопоставимы по полу, возрасту и количественному составу ($p > 0,05$). Гигиеническая оценка образовательного процесса была проведена в соответствии с нормативными требованиями СанПиН 2.4.2.2821-10.

С целью дополнительной оценки интенсивности учебного процесса были проанализированы данные специально разработанной медико-социальной анкеты для родителей учеников.

Медико-биологические исследования проводились с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации (1983) и Национальном стандарте РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP).

Ультразвуковое сканирование щитовидной железы (положение, размеры, объем, визуальная оценка внешних контуров железы, эхогенности ткани и ее эхоструктуры) выполнено по стандартной методике на аппарате экспертного класса Vivid q (GE Vingmed Ultrasound AS, Норвегия) с использованием линейного матричного датчика (4,0–13,0 МГц). Состояние тиреоидного статуса оценивали по уровню антител к тиреопероксидазе и тиреоглобулину, по содержанию тиреотропного гормона и T_4 свободного.

Математическую обработку результатов осуществляли с помощью параметрических методов статистики, предварительно оценив соответствие полученных данных закону нормального распределения. Оценка различий между группами выполнялась с помощью критерия Стьюдента. Различия считали статистически достоверными при $p \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение. При анализе расписания средней образовательной школы с углубленным изучением предметов физико-математического цикла выявлено, что продолжительность малых перемен в первую смену составила 5 минут, что не отвечало п. 10.12 СанПиН 2.4.2.2821-10, согласно которому продолжительность перемен между уроками должна быть не менее 10 минут. Перерыв между сменами и факультативными занятиями отсутствовал. Длительность малых перемен в средней общеобразовательной школе в I и II смены составляла 10–15 минут, большой – 20 минут, большая перемена была организована в I смену после 4-го урока, что не отвечало п. 10.12 СанПиН 2.4.2.2821-10, во II смену – после 2-го урока – в соответствии с п. 10.12 Перерыв между сменами и факультативными занятиями был предусмотрен, но по продолжительности не отвечал требованиям СанПиН.

Наполняемость изучаемых классов первого уровня образования группы наблюдения составила 29 человек. На одного учащегося приходилось около 1,7 м^2, что не удовлетворяло п. 10.1 СанПиН 2.4.2.2821-10 (не менее 2,5 м^2 на человека). В группе сравнения площадь на одного ребенка приближалась к нормативной и составила 2,4 м^2.

Объем дневной учебной нагрузки в школе с углубленным изучением предметов математического профиля у учащихся первого уровня образования превышал 5 уроков, три дня в неделю проводилось 6 уроков за счет обязательных кружков во вторник и среду и нулевого урока в пятницу, что не удовлетворяло требованиям п. 10.6 СанПиН 2.4.2.2821-10. Объем дневной нагрузки средней общеобразовательной школы учеников этого же уровня составлял от 3 до 5 уроков в день, что соответствовало действующим санитарным нормам и правилам. Учебная неделя в школе «нового» типа была организована по шестидневной рабочей неделе и превышала допустимую нагрузку на 20,0 % (31 час при допустимой норме 26 часов),

в СОШ недельная нагрузка составила 23 академических часа, что отвечало требованиям п. 10.5 СанПиН 2.4.2.2821-10.

Не у всех подгрупп учащихся второго и третьего уровня образования сравниваемых школ расписание было составлено с учетом мер, способствующих предупреждению переутомления и сохранению оптимального уровня работоспособности (п. 10.7 и 10.11 СанПиН 2.4.2.2821-10). В школе с углубленным изучением предметов наивысший уровень нагрузки приходился на пятницу, а наименьший на среду и субботу, что не удовлетворяло требованиям п. 10.7 и 10.11 СанПиН.

Анализ общего объема нагрузки в течение дня у учащихся второго и третьего уровней образования группы наблюдения показал отсутствие превышения дневной учебной нагрузки, которая была не более 7 уроков в день и соответствовала требованиям п. 10.6 СанПиН 2.4.2.2821-10.

Недельная нагрузка у учеников второго уровня образования «инновационной» школы составила 38 часов, у учащихся третьего уровня – 39 академических часов, что не удовлетворяло требованиям п. 10.5 СанПиН 2.4.2.2821-10. В СОШ недельная нагрузка учащихся соответствовала требованиям п. 10.5 СанПиН 2.4.2.2821-10 (II уровень – не более 33 часов, III уровень – не более 34 часов). Таким образом, в школе с углубленным изучением предметов физико-математического цикла, по совокупности несоответствий требованиям СанПиН 2.4.2.2821-10 образовательный процесс носит более напряженный характер в сравнении со средней общеобразовательной школой.

Анализ данных, полученных методом анкетирования родителей, показал, что при оценке интенсивности образовательного процесса по фактору «Время» продолжительность учебного дня и учебной недели в школе с углубленным изучением предметов выше, что подтверждается наличием связи среднего и умеренного типа (коэффициент сопряженности 0,3–0,56, p = 0,00–0,002). Оценка анкетных данных по фактору «Дополнительная нагрузка» выявила у этих учеников более высокую интенсивность учебной нагрузки: 26,5 % детей посещают 2–3 учреждения дополнительного образования (против 14,9 % их сверстников в образовательном учреждении общего типа; коэффициент сопряженности 0,34; $p < 0,05$; связь умеренная).

При ультразвуковом сканировании щитовидной железы установлено, что у учащихся I уровня образования группы наблюдения ультразвуковая норма щитовидной железы регистрировалась в 1,8 реже, чем в группе сравнения (19,2 и 35,5 %, p = 0,2), в то время как увеличение объема железы – в 2,7 раз чаще (34,6 против 12,9 %; OR = 3,6; DI = 1,75–7,30; $p < 0,05$). Измененная структура щитовидной железы в группе наблюдения идентифицировалась в 1,4 раза чаще, чем в группе сравнения (76,9 и 54,8 %; OR = 2,7; DI = 1,5–5,0; $p < 0,05$). Диффузные изменения структуры щитовидной железы выявлялись только в группе наблюдения у 11,5 % детей (OR = 8,9; DI = 1,6–50,0; $p < 0,05$) (табл. 1).

В результате проведенных лабораторных исследований не выявлено достоверных межгрупповых различий по средним концентрациям в крови T_4 свободного и ТТГ ($p > 0,05$) (табл. 2). В то же время при анализе показателей напряженности аутоиммунных реакций было установлено, что среднегрупповой уровень антител к тиреопероксидазе (ТПО) у учащихся первого уровня образования группы наблюдения в 3,3 раза превышал значение группы сравнения (4,38 ± 1,34 и 1,34 ± 1,33 МЕ/см^3 соответственно, p = 0,001). Относительный риск повышения синтеза антител к тире-

опероксидазе и тиреоглобулину у детей группы наблюдения был в 4,1 раза выше, чем у детей группы сравнения (*DI* = 1,1–15,6; *p* = 0,049).

Таблица 1

Данные ультразвукового исследования щитовидной железы учащихся первого уровня образования исследуемых групп, %

Данные ультразвукового исследования	Группа наблюдения, I уровень образования	Группа сравнения, I уровень образования	*p*
Ультразвуковые признаки патологии щитовидной железы	80,8	64,5	0,1
Изменение объема щитовидной железы	46,2	16,1	0,01
Увеличение объема щитовидной железы	34,6	12,9	0,04
Уменьшение объема щитовидной железы	3,8	9,7	0,3
Диффузные изменения структуры щитовидной железы	11,5	0,0	0,03

Примечание: *p* – достоверность различий между группой наблюдения и группой сравнения I уровня образования.

Таблица 2

Показатели лабораторного исследования у учащихся первого уровня образования исследуемых групп, $M \pm m$

Показатель	Физиологические значения	Группа наблюдения, I уровень образования	Группа сравнения, I уровень образования	*p*
ТТГ, мкМЕ/см^3	0,3–4,0	2,09 ± 1,09	2,19 ± 0,69	0,69
T_4 свободный, пмоль/дм^3	10,0–25,0	14,69 ± 1,74	14,55 ± 1,57	0,74
Антитела к ТПО, МЕ/см^3	0,0–30,0	4,38 ± 1,34	1,34 ± 1,33	0,001
Антитела к ТГ, МЕ/см^3	0,0–100,0	6,88 ± 5,29	6,65 ± 6,93	0,9

Примечание: *p* – достоверность различий между группой наблюдения и группой сравнения I уровня образования.

Выявленные ультразвуковые признаки патологии щитовидной железы у учащихся второго уровня образования в основном были представлены отклонением суммарного объема тиреоидной ткани от нормы. Увеличение объема железы у учащихся группы наблюдения регистрировалось в 3,6 раза чаще, чем в группе сравнения (23,5 против 6,5 %, *OR* = 4,4; *DI* = 1,7–10,2; $p < 0,05$). Изменения структуры щитовидной железы регистрировались в сравниваемых группах с близкой частотой, $p > 0,05$ (табл. 3).

При сравнительном анализе лабораторных данных детей второго уровня образования выявлены более выраженные межгрупповые различия. Средняя концентрация тиреоидных гормонов находилась в пределах нормативных значений, но уровень ТТГ (2,12 ± 0,72 мкМЕ/см^3) у детей, обучающихся в более напряженных условиях образовательного процесса, был достоверно выше, а T_4 свободный (12,94 ± 1,26 пмоль/дм^3) достоверно ниже показателей группы сравнения (1,79 ± 0,57 мкМЕ/см^3 и 14,19 ± 1,40 пмоль/дм^3 соответственно, *p* = 0,0003–0,046) (табл. 4).

Таблица 3

Данные ультразвукового исследования щитовидной железы учащихся второго уровня образования исследуемых групп, %

Данные ультразвукового исследования	Группа наблюдения, II уровень образования	Группа сравнения, II уровень образования	*p*
Ультразвуковые признаки патологии щитовидной железы	70,6	80,6	0,3
Изменение объема щитовидной железы	26,5	16,1	0,3
Увеличение объема щитовидной железы	23,5	6,5	0,05
Уменьшение объема щитовидной железы	8,8	9,7	0,9
Измененная структура щитовидной железы	70,6	64,5	0,6

Примечание: *p* – достоверность различий между группой наблюдения и группой сравнения II уровня образования.

Таблица 4

Показатели лабораторного исследования у учащихся второго уровня образования исследуемых групп, $M \pm m$

Показатель	Физиологические значения	Группа наблюдения, II уровень образования	Группа сравнения, II уровень образования	*p*
ТТГ, мкМЕ/см^3	0,3–4,0	2,12 ± 0,72	1,79 ± 0,57	0,046
T_4 свободный, пмоль/дм^3	10,0–25,0	12,94 ± 1,26	14,19 ± 1,40	0,0003
Антитела к ТПО, МЕ/см^3	0,0–30,0	9,03 ± 12,58	7,01 ± 5,95	0,4
Антитела к ТГ, МЕ/см^3	0,0–100,0	5,47 ± 7,92	2,76 ± 4,36	0,1

Примечание: *p* – достоверность различий между группой наблюдения и группой сравнения II уровня образования.

Полученные нами данные согласуются с результатами физиологических, психологических и педагогических исследований, свидетельствующих о том, что в пубертатном периоде наблюдается повышенное напряжение ведущих физиологических функций и механизмов их регуляции, вследствие чего требуемый уровень результативности учебной деятельности обеспечивается большей физиологической ценой.

Анализ данных ультразвукового исследования щитовидной железы у учащихся третьего уровня образования показал отсутствие выраженных различий между показателями изучаемых групп. Увеличение объема выявлялось у каждого второго ученика обоих образовательных учреждений (52,6 и 54,5 %, $p = 0,8$). В то же время измененная структура щитовидной железы в группе наблюдения выявлялась в 1,2 раза чаще, чем в группе сравнения (79,0 против 63,7 %; $OR = 2,1$; $DI = 1,1–4,0$; $p = 0,03$) (табл. 5).

При оценке тиреоидного статуса выявлено, что среднее значение T_4 свободного было достоверно ниже у детей, обучающихся в школе с углубленным изучением предметов математического профиля (табл. 6).

Таблица 5

Данные ультразвукового исследования щитовидной железы учащихся третьего уровня образования исследуемых групп, %

Данные ультразвукового исследования	Группа наблюдения, III уровень образования	Группа сравнения, III уровень образования	*p*
Ультразвуковые признаки патологии щитовидной железы	79,0	86,4	0,5
Изменение объема щитовидной железы	52,6	54,5	0,8
Увеличение объема щитовидной железы	52,6	54,5	0,8
Уменьшение объема щитовидной железы	0,0	0,0	1,0
Измененная структура щитовидной железы	79,0	63,7	0,3

Примечание: *p* – достоверность различий между группой наблюдения и группой сравнения III уровня образования.

Таблица 6

Показатели лабораторного исследования у учащихся третьего уровня образования исследуемых групп, $M \pm m$

Показатель	Физиологические значения	Группа наблюдения, III уровень образования	Группа сравнения, III уровень образования	*p*
ТТГ, мкМЕ/см^3	0,3–4,0	1,61 ± 0,32	1,55 ± 0,26	0,6
T_4 свободный, пмоль/дм^3	10,0–25,0	12,89 ± 1,16	13,78 ± 1,04	0,01
Антитела к ТПО, МЕ/см^3	0,0–30,0	14,78 ± 31,22	13,28 ± 14,33	0,8
Антитела к ТГ, МЕ/см^3	0,0–100,0	3,05 ± 2,78	2,99 ± 2,54	0,9

Примечание: *p* – достоверность различий между группой наблюдения и группой сравнения III уровня образования.

Выводы. При осуществлении контрольно-надзорной деятельности в общеобразовательных учреждениях «нового» типа необходимо уделять особое внимание выполнению требований десятого раздела СанПиН 2.4.2.2821–10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях».

В условиях интенсивного образовательного процесса, характерного для школы с углубленным изучением предметов физико-математического профиля, достоверно чаще выявляются изменения тиреоидного статуса. На фоне напряженного учебного процесса у учащихся происходит повышение в 2,7–3,6 раза частоты выявления зоба и диффузных изменений щитовидной железы, активации аутоиммунитета – в 3,3 раза, угнетение секреции тиреоидных гормонов.

Таким образом, детям, обучающимся по углубленным программам, в план диспансерного наблюдения рекомендуется включать исследование морфофункционального состояния щитовидной железы (УЗИ, ТТГ).

Список литературы

1. Безух К.Е. Функциональные профили формирования здоровья подростков 12–15 лет, обучающихся по школьным программам разной интенсивности: автореф. дис… канд. биол. наук. – Ярославль: Изд-во ЯГПУ им. К. Д. Ушинского, 2007. – 24 с.

2. Герасимов Г.А. Печальная статистика // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. – 2015. – Т. 11, № 4. – С. 6–12.

3. Комаров Б.А. Надпредметный, но не беспредметный взгляд на современный образовательный процесс // Вестник Герценовского университета. – 2008. – № 3 (53). – С. 67–70.

4. Кучма В.Р. 2018–2027 годы – десятилетие детства в России: цели, задачи и ожидаемые результаты в сфере здоровьесбережения обучающихся // Вопросы школьной университетской медицины и здоровья. – 2017. – № 3. – С. 4–14.

5. Федоров А.И. Особенности вегетативной и эндокринной регуляции процессов адаптации учащихся к условиям среды в различные возрастные периоды: дис… д-ра биол. наук. – Томск, 2008. – 340 с.

6. Эндокринные заболевания как медико-социальная проблема современности / Е.В. Кузнецов, Л.А. Жукова, Е.А. Пахомова, А.А. Гуламов // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 4. – С. 62.

Состояние здоровья детского населения Ростовской области и факторы, его формирующие

Е.В. Ковалев, О.М. Курашвили, О.Ю. Колесник, М.Я. Занина

Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Ростовской области, г. Ростов-на-Дону, Россия

По данным регионального информационного фонда показателей и данных социально-гигиенического мониторинга в Ростовской области изучение состояния здоровья детей и подростков является одной из важных задач гигиенического исследования. В области проанализирована общая и первичная заболеваемость детей, выявлены основные тенденции в состоянии здоровья учащихся на этапах обучения, изучена распространенность и динамика основных видов патологии, динамика распределения школьников по группам здоровья.

Ключевые слова: профилактические медицинские осмотры, группа здоровья, сколиоз, освещенность, нарушение остроты зрения.

Одним из основных критериев состояния общества является показатель общественного здоровья, в котором концентрируется все сложное взаимодействие влияющих на человека экономических, социальных и других факторов среды обитания, определяющих уровень санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

В решении проблемы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения ключевое значение принадлежит системе социально-гигиенического мониторинга, призванной обеспечить максимально полные и достоверные данные о параметрах системы «среда обитания–здоровье населения» с целью сни-

жения влияния фактора неопределенности при разработке целенаправленных управленческих решений профилактического и оздоровительного характера.

Состояние здоровья подрастающего поколения, выявление факторов, влияющих на состояние здоровья детей и подростков, является одной из важных задач гигиенического исследования [3]. Комплексное воздействие социально-гигиенических, медико-биологических, экологических факторов может приводить как к укреплению здоровья детского населения, так и к его ухудшению, то есть являться фактором риска [2].

Условия обучения и воспитания в современных образовательных учреждениях, наряду с другими факторами среды обитания, могут способствовать формированию у учащихся хронического стресса, развитию у них невротических состояний, функциональных отклонений и хронических заболеваний [1, 4]. Для анализа и оценки состояния здоровья детского населения и среды обитания, обоснования приоритетов в проблеме причинно-следственных связей между состоянием здоровья детского населения и факторов среды обитания использована информационная база социально-гигиенического мониторинга за период 2008–2017 гг.

В Ростовской области изучена общая и первичная заболеваемость детей, выявлены основные тенденции в состоянии здоровья учащихся на этапах обучения, изучена распространенность и динамика основных видов патологии, динамика распределения школьников по группам здоровья.

По результатам наблюдений установлено, что за период с 2008 по 2017 г. первичная заболеваемость детей в возрасте до 14 лет снизилась на 12,1 %. В структуре первичной заболеваемости на первом месте находятся заболевания органов дыхания (67,5 %); на втором – травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин (7,1 %); на третьем месте – болезни органов пищеварения (4,8 %); на четвертом – болезни нервной системы (3,0 %).

В Ростовской области отмечается тенденция снижения болезней кроветворных органов, психических расстройств и расстройств поведения, болезней нервной системы, системы кровообращения, болезней органов пищеварения, кожи и подкожной клетчатки и болезней мочеполовой системы. Вместе с тем наблюдается тенденция роста первичной заболеваемости детского населения сахарным диабетом и ожирением.

По результатам профилактических медицинских осмотров детей в возрасте до 17 лет установлено, что 29,6 % детей относятся к первой группе здоровья. Удельный вес детей, имеющих хронические заболевания и морфофункциональные отклонения, составляет 13,1 % (11,1 % – третья группа здоровья; 0,5 % – четвертая группа здоровья; 1,46 % – пятая группа здоровья).

В динамике с 2008 г. у детей отмечается рост показателя нарушений остроты зрения (на 8,2 %) и снижение показателя нарушения осанки (в 2008 г. – 59,9 случая на 1000 осмотренных детей; в 2017 г. – 45,9 случая на 1000 детей) (рисунок).

Сохраняется тенденция к увеличению числа детей с нарушениями осанки, с выявленным сколиозом и с понижением остроты зрения и слуха с момента поступления детей в детское дошкольное учреждение (ДДУ) до окончания школы (16–17 лет). Так, число детей с выявленными нарушениями осанки перед поступлением в детский сад составило 10,7 случая на 1000 осмотренных (в 2008 г. – 25,5 случая на 1000 осмотренных), в то время как, перед окончанием школы – 95,5 случая на 1000 осмотренных (в 2012 г. – 116,9 случая на 1000 осмотрен-

ных). Выявленный сколиоз у детей, поступающих в ДДУ, составил 2,5 случая на 1000 осмотренных (в 2008 г. – 3,5 случая на 1000 осмотренных), а у детей, заканчивающих обучение в школе, – 47,7 случая на 1000 осмотренных (в 2008 г. – 55,0 случая на 1000 осмотренных). Пониженная острота зрения у детей, поступающих в ДДУ, отмечена на уровне 19,5 случая на 1000 осмотренных (в 2008 г. – 27,6 на 1000 осмотренных), этот же показатель у детей, заканчивающих обучение в школе, составил – 97,5 случая на 1000 осмотренных (в 2008 г. – 85,7).

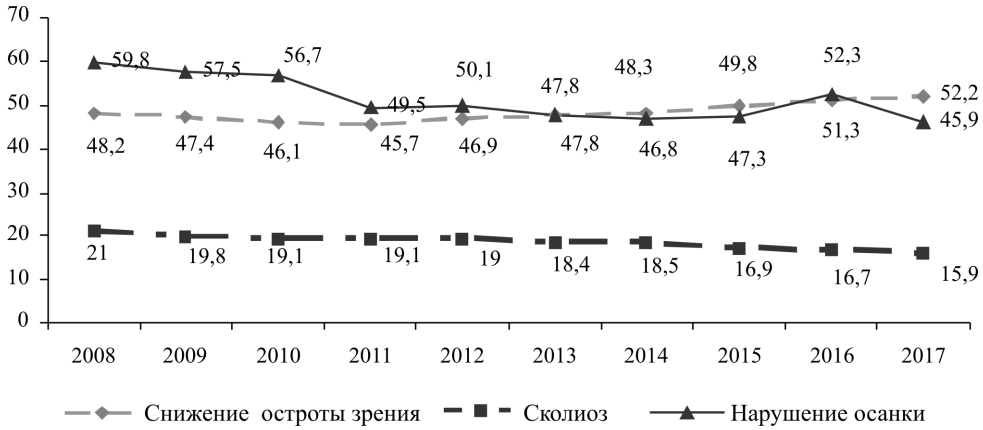


Рис. Динамика заболеваемости детского населения Ростовской области по результатам профилактических медицинских осмотров

Установлено, что к окончанию школы «школьная патология» имеет тенденцию к росту. По сравнению с первоклассниками, среди старшеклассников наблюдается достоверный рост числа детей с нарушениями зрения: к 9-му классу – в 2,4 раза ($p < 0,001$); к 11-му классу – в 2,0 раза ($p < 0,001$).

Следует отметить, что среди учащихся, живущих в городах области, показатель нарушения остроты зрения превышает аналогичный у учащихся, живущих в районной местности, в 1,5 раза, показатель нарушения осанки – в 1,3 раза. Возможно, это связано с более высокой степенью обеспечения компьютерами школьников городских школ, как в школьной среде, так и в домашних условиях.

По данным наблюдения в образовательных учреждениях области удельный вес замеров уровней освещенности, не соответствующих гигиеническим нормативам, уменьшился с 9,7 % (в 2012 г.) до 7,7 % (в 2017 г.). В 2017 г. в 21,9 % обследованных учреждений мебель не соответствовала ростовым данным детей. В 2012 г. этот показатель был на уровне 30,9 %.

По результатам анализа выявлена прямая корреляционная зависимость между показателями нарушений остроты зрения среди учащихся и уровнями освещенности в образовательных учреждениях ($r = 0,91$) и между нарушениями осанки и несоответствием школьной мебели росту учащихся ($r = 0,87$).

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о возможном негативном влиянии на состояние здоровья школьников не только нагрузок, получаемых детьми в образовательных учреждениях, но и неправильного подбора мебели,

не соответствующей возрастно-ростовым показателям. Установлено, что распространенность нарушений остроты зрения и осанки имеет прямую зависимость от условий пребывания детей в образовательном учреждении.

Список литературы

1. Кучма В.Р. Медико-профилактические основы обучения и воспитания детей. – М.: Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», 2005. – 528 с.

2. Санитарно-эпидемиологическое благополучие и риски здоровью детей и подростков при обучении в образовательных учреждениях / В.Р. Кучма, Е.И. Шубочкина, С.Г. Сафонкина, В.В. Молдованов, Е.М. Ибрагимова // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 1. – С. 65–73.

3. Лебедев С.М. Состояние заболеваемости и здоровья детского населения как показатель национальной безопасности страны // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути решения: труды всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Санкт-Петербург: СГУ, 2015. – Т. 10, ч. 1. – С. 88–90.

4. Изменение заболеваемости учащихся в динамике обучения в младших классах / Л.М. Сухарева, Л.С. Намазова, И.К. Рапопорт, И.В. Звездина, Н.А. Морозова, Н.С. Жигарева // Актуальные проблемы педиатрии: сборник материалов XII Конгресса педиатров России. – М., 2008. – С. 324.

Вспышка кишечного стафилококкоза среди учащихся начальной образовательной школы

Е.И. Овчинникова[1], Н.Б. Вольдшмидт[1], И.Л. Баженов[1], Л.Г. Кудрявцева[1], В.И. Сергевнин[2]

[1]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю,
[2]ФГБУ ВО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
г. Пермь, Россия

Представлены результаты эпидемиологического расследования вспышки острого гастроэнтероколита, вызванного *Staphylococcus aureus*, среди учащихся общеобразовательной школы. Фактором передачи возбудителя инфекции стал плов с курицей, приготовленный с нарушениями правил термической обработки, источником возбудителя оказалась кухонная работница, из зева и носа которой был выделен *S. aureus* той же клональной линии, что и от заболевших школьников.

Ключевые слова: пищевая вспышка острой кишечной инфекции, *Staphylococcus aureus*, общеобразовательная школа.

Staphylococcus aureus (*S. aureus*) является одним из важнейших возбудителей инфекций человека и вызывает более 100 нозологических форм заболеваний – от легких кожных (угри, импетиго, фурункул) до смертельно опасных (пневмония, менингит, инфекционно-токсический шок, сепсис) [1]. Одним из клинических вариантов стафилокковой инфекции является кишечный стафилококкоз.

Кишечный стафилококкоз может возникнуть как вследствие попадания в кишечник с пищевыми продуктами самого возбудителя, так и в результате употребления пищевого продукта, в котором произошло накопление энтеротоксина [3, 4]. Отравление стафилококковыми энтеротоксинами относится к группе пищевых токсикоинфекций. Пищевые отравления стафилококкового происхождения связаны со штаммами *S. aureus*, способными продуцировать энтеротоксин. Выделяют энтеротоксины типов A, B, C1, C2, C3, D и E. При исследовании штаммов *S. aureus*, обусловивших возникновение пищевых токсикоинфекций, обязательно обнаруживаются гены энтеротоксинов группы A–E [5]. Стафилококковые энтеротоксины отличаются высокой устойчивостью к действию неблагоприятных факторов, в силу чего они сохраняют свою биологическую активность после вторичной термической обработки продукта и при других неблагоприятных воздействиях (pH – 3,8).

Источником возбудителя стафилококковых инфекций являются и люди, и животные, больные или носящие возбудителя. Чаще всего стафилококк попадает в пищевые продукты как от лиц, страдающих стафилококковыми гнойничковыми заболеваниями кожи (пиодермия, гноящиеся ранки, панарициии и др.), стафилококковыми ангинами, так и от здоровых носителей патогенных штаммов стафилококка, находящегося на слизистых оболочках зева и верхних дыхательных путей. В этом случае микробная контаминация пищевого продукта происходит либо за счет рук, либо вследствие реализации воздушно-капельного пути передачи.

Кишечный стафилококкоз чаще всего связан с употреблением молока, молочных продуктов, а также изделий, содержащих крем (торты, пирожные). Нередко в качестве фактора передачи возбудителя инфекции выступают овощные салаты [2]. При этом важным фактором риска заболеваний является нарушение технологии приготовления блюд, а именно нарушение времени и температуры приготовления пищи. В результате возможно возникновение вспышек кишечного стафилококкоза, особенно в организованных коллективах. Между тем количество описаний таких вспышек в научной литературе весьма ограничено [1], что послужило основанием для подготовки настоящей работы.

Цель работы – дать эпидемиологическую характеристику пищевой вспышки кишечного стафилококкоза среди учащихся начальной образовательной школы.

Материалы и методы. Расследование вспышки кишечного стафилококкоза среди школьников проведено с использованием аналитического эпидемиологического приема «случай–контроль», лабораторного обследования 27 заболевших (27 проб фекалий и 3 пробы рвотных масс) и 10 сотрудников пищеблока. Исследования 8 суточных проб пищевых продуктов и 60 смывов с объектов внешней среды на предмет наличия *S. aureus.* Для генетического типирования возбудителя 16 штаммов *S. aureus* (9 – от заболевших и 7 – из проб внешней среды пищеблока столовой) были направлены в Референс-центр по мониторингу за возбудителями ОКИ ФБУН «Центральный НИИ эпидемиологии» (г. Москва).

Результаты и их обсуждение. Во время вспышки, вызванной *S. aureus*, среди учащихся одной из общеобразовательных начальных школ Пермского края пострадало 27 детей в возрасте 7–10 лет. Школьники заболели и обратились за медицинской помощью 22.11.2016 г. У заболевших наблюдалась рвота от 1 до 10 раз, повышение температуры тела до 37,0–37,2 °С (в 14,8 % случаев), жидкий стул до 4–5 раз (в 14,8 % случаев). У 33,3 % пострадавших заболевание протекало по типу гастроэнтерита, у 66,7 % – по типу острого гастрита. По степени клинических проявлений заболевание было средней тяжести у 100 % пострадавших. Всем детям был установлен предварительный диагноз – острый гастроэнтероколит, пищевое отравление. Окончательные диагнозы: у 9 человек – инфекционный гастроэнтерит средней степени тяжести, вызванный *S. aureus*; у 11 человек – инфекционный гастрит средней степени тяжести, вызванный *S. aureus*; у 7 человек – инфекционный гастрит средней степени тяжести.

По результатам обследования 27 заболевших детей *S. aureus* был обнаружен в 17 пробах фекалий и 3 пробах рвотных масс. При обследовании персонала пищеблока (10 человека) *S. aureus* был выделен в мазке из зева и носа у кухонной работницы. При лабораторном исследовании проб внешней среды пищеблока *S. aureus* обнаружен в двух смывах (с таза для чистых ложек и половника); из суточной пробы плова с отварной птицей, приготовленного 22.11.2017 г., *S. aureus* выделен в концентрации 2,0–9,0 · 10^7 КОЕ в 1 г.

По данным генотипирования *S. aureus* было установлено, что 14 из 16 культур, выделенных из пищевых продуктов, смывов с оборудования, из биологического материала от сотрудников и от заболевших (за исключением биологического материала из рвотных масс 2 заболевших), относятся к одному штамму клональной линии CC1. Идентифицированный штамм кодирует наиболее известный из классических энтеротоксинов – энтеротоксин А, что коррелирует с картиной острой кишечной токсикоинфекции.

Был проведен опрос 27 больных и 13 здоровых лиц о соответствии меню на 22.11.2016 г. и продуктов питания, которые были представлены в школьной столовой в период возможного заражения, до возникновения болезни. Результаты опроса выявили, что показатели пораженности лиц, употреблявших различные продукты 22.11.2016 г., колеблются от 73,0 до 90,0 % (табл. 1).

Таблица 1

Пораженность по наименованиям продуктов меню за 22.11.2016 г.
(опрошены 40 человек: 27 заболевших и 13 здоровых)

Продукт	Больные, употреблявшие продукт	Здоровые, употреблявшие продукт	Всего	Пораженность, %	Больные, не употреблявшие продукт	Здоровые, не употреблявшие продукт	Всего	Пораженность, %
Плов с отварной птицей	25	5	30	83,3	2	10	12	16,6
Салат из квашеной капусты с яблоком	9	1	10	90,0	5	4	9	55,5
Суп молочный с макаронными изделиями	8	3	11	73,0	6	2	8	75,0
Компот из кураги	8	2	10	80,0	7	5	12	58,3

С целью установления причинно-следственной связи заболеваемости с употреблением пищевых продуктов, которые могли явиться фактором передачи инфекции, была проведена статистическая обработка имеющейся информации. Оценку связи заболеваний с употреблением пищевых продуктов осуществляли путем расчета точного критерия Фишера (ТКФ). Значение считается достоверным при ТКФ < 0,05 (табл. 2).

Таблица 2

Значение точного критерия Фишера (меню от 22.11.2016 г.)

Употребляемое блюдо	ТКФ	Результат
Плов из отварной птицы	0,0006	Достоверная связь
Салат из квашеной капусты с яблоком	0,08	Недост.
Суп молочный с макаронными изделиями	0,48	Недост.
Компот из кураги	0,3	Недост.

В результате проведенной статистической обработки данных опроса выявлена достоверная статистическая связь между заболеваемостью и употреблением пищевых продуктов в общеобразовательной начальной школе 22.11.2016 г.: наиболее вероятным факторам передачи инфекции стал плов с отварной птицей, в состав которого входит: курица отварная, морковь, лук, рис.

Результаты расследования вспышки доказали, что фактором передачи стафилококковой инфекции послужил плов с птицей, в суточных пробах которого обнаружен *S. aureus*. Именно этот продукт в течение последних суток до заболевания употребляло большинство заболевших. Было также установлено, что плов был приготовлен с нарушением правил термической обработки: жарочный шкаф не был обеспечен терморегулятором, и, следовательно, температура, при которой был приготовлен плов, была неизвестна. Так, недостаточная термическая обработка могла способствовать тому, что возбудитель, попавший в продукт с ингредиентами или в процессе приготовления, сохранил свою жизнеспособность. Наличие возбудителя инфекции подтверждается выделением его в суточных пробах. Кроме того, были отмечены нарушения правил хранения плова: блюдо, приготовленное в 9–10 часов, было реализовано при кормлении детей второй смены – в 13 часов, т.е. через 3–4 часа после приготовления, что, вероятно, обусловило накопление возбудителя и появление токсина. В то же время нарушений условий приготовления, хранения и реализации других продуктов и блюд (салат из квашеной капусты с яблоком, суп молочный с макаронными изделиями, компот из кураги) выявлено не было.

Источником возбудителя инфекции, скорее всего, могла быть кухонная работница, в мазке из зева и носа которой обнаружен *S. aureus* той же клональной линии, что и от заболевших школьников. В функции кухонного работника входило: кухонная обработка столов, мытье столовой и кухонной посуды.

С целью локализации эпидемической ситуации Управлением Роспотребнадзора по Пермскому краю (далее Управление) 22.11.2016 г. было инициировано проведение внеочередного заседания комиссии по чрезвычайным ситуациям при администрации муниципального района, на котором были определены основные направления по расследованию случаев группового заболевания.

В ходе санитарно-эпидемиологического расследования вынесены постановления главного государственного санитарного врача по административной территории об отстранении от работы кухонной работницы, Деятельность по обеспече-

нию общественного питания на пищеблоке школы была временно приостановлена. Материалы расследования были переданы в суд. Судом принято решение о приостановке деятельности пищеблока школы на 30 суток. Специалистами Управления применены меры административного воздействия по статьям Кодекса об административных правонарушениях Российской Федерации 6.7, ч. 1; ст. 14.43, ч. 2; ст. 6.6.

Список литературы

1. Молекулярно-генетическая идентификация штамма *Staphylococcus aureus* – возбудителя пищевой токсикоинфекции при вспышке в Санкт-Петербурге в 2013 г. / Г.Г. Онищенко, И.В. Абаев, И.А. Дятлов [и др.] // Вестник РАМН. – 2014. – № 9–10. – С. 33–38.

2. Оценка эпидемиологической значимости условий микробной контаминации овощных салатов как факторов передачи возбудителей острых кишечных инфекций в современных условиях / В.И. Сергевнин, Ю.И. Ладейщикова, М.Ю. Девятков [и др.] // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2011. – № 1. – С. 31–35.

3. Руководство по медицинской микробиологии / под. ред. А.С. Лабинской, Н.Н. Костюковой, С.М. Ивановой. – М., 2010. – С. 49–91.

4. Сергевнин В.И. Эпидемиология острых кишечных инфекций. – Пермь, 2008. – 280 с.

5. Illness severity in communityonset invasive *Staphylococcus aureus* infection and the presence of virulence genes / M.C. Wehrhahn, J.O. Robinson, E.M. Pascoeet [et al.] // J. Infect. Dis. – 2012. – Vol. 205, № 12. – P. 1840–1888.

Состояние иммунологического здоровья детей с патологией дыхательной системы, проживающих в условиях аэрогенной экспозиции алюминием

Ю.А. Челакова, О.В. Долгих, А.А. Мазунина

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

Проведено иммунологическое исследование детского населения, проживающего в условиях аэрогенной экспозиции алюминием, в результате которого наблюдается достоверное повышение абсолютного и относительного показателей клеточной супрессии $CD127^{-}$ (в 2,3 и 2,7 раза соответственно). Отмечается угнетение сывороточного IgG, повышение ($p < 0,05$) специфической сенсибилизации организма по критерию IgG к алюминию в отношении референтного значения и группы сравнения, ассоциированное с достоверным превышением концентрации алюминия в моче ($p < 0,05$) относительно нормы, а также увеличением содержания алюминия в крови относительно группы сравнения.

Ключевые слова: экспозиция алюминием, детское население, иммунная регуляция, дыхательная система.

Алюминий и его соединения относятся к высокотоксичным соединениям (3-й класс опасности), критическими органами и системами которых являются: органы дыхания, центральная нервная система, костная система [1, 7]. Данный элемент способен накапливаться и подавлять функцию макрофагов, Т-лимфоцитов и В-лимфоцитов, вызывая при этом не только торможение клеточных реакций, но и митогенный эффект лимфоцитов [3, 5]. В структуре заболеваемости детей зоны аэрогенного воздействия алюминия преобладают аллергические и воспалительные заболевания дыхательной системы [6]. Негативные тенденции в состоянии здоровья детского населения и качества среды обитания обусловливают необходимость мониторинга иммунного статуса детского контингента как наиболее чувствительного к изменениям качества окружающей среды [4].

Цель работы – оценить состояния иммунологического здоровья детей с патологией дыхательной системы, проживающих в условиях внешнесредового аэрогенного воздействия алюминия.

Материалы и методы. Было выполнено диагностическое обследование 40 детей в возрасте от 5 до 10 лет с патологией верхних дыхательных путей (хронические ринит, фарингит, гипертрофия миндалин), постоянно проживающих и посещающих детские сады и школы в зоне влияния выбросов предприятия по производству алюминия. Группу сравнения составили дети (n = 14), проживающие и посещающие учебные дошкольные учреждения на условно чистой территории.

Обследование включало в себя определение маркеров клеточной дифференцировки на проточном цитометре FACSCalibur фирмы Becton Dickinson с использованием универсальной программы CellQuestPrO, анализ показателя гиперчувствительности IgG специфического к алюминию – аллергосорбентным методом. Содержание сывороточного иммуноглобулина класса G определяли методом радиальной иммунодиффузии по Манчини, содержание IgE общего методом иммуноферментного анализа. Для измерения содержания алюминия в биосредах использовался метод масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой с использованием масс-спектрометра Agilent 7500_{cx} (Agilent Technologies Inc., США) в соответствии с МУК 4.1.3230–14 «Измерение массовых концентраций химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой» [2].

Статистическая обработка результатов 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 исследования биосред установлено, что у детей, проживающих в зоне аэрогенной экспозиции алюминия на уровне до 0,00085 мг/кг/сут, выявлено достоверное избыточное содержание алюминия в моче в 1,5 раза в отношении физиологической нормы и увеличение содержания алюминия в крови в 3,4 раза относительно группы сравнения ($p < 0{,}05$) (табл. 1).

Иммунологические исследования состояния здоровья детского населения подтверждают наличие патологических изменений со стороны иммунной системы. В результате проведенного обследования у детей группы наблюдения были выявлены нарушения иммунного статуса, которые заключались в достоверных отклонениях показателей CD-иммунограммы относительно референтного значения – повышение абсолютного и относительного показателей клеточной супрессии $CD127^{-}$ (T_{per}) в 2,3 в 2,7 раза соответственно, а относительно группы сравнения в 4,7 и 2,1 раза соответственно ($p < 0{,}05$). Также наблюдается дефицит IgG по отношению к возрастной

норме в 1,1 раза ($p < 0,05$), в сравнении с контролем разница достигла уровня достоверности у 21,4 % детей. У 69 % детского населения содержание специфического IgG к алюминию оказалось достоверно выше нормы и выше такового в группе сравнения более чем в 2 раза (табл. 2).

Таблица 1

Особенности специфической нагрузки (контаминации) биосред детского населения в условиях аэрогенной нагрузки алюминием

Показатель	Референтный интервал	Группа наблюдения (n = 40), $M \pm m$	Группа сравнения (n = 14), $M \pm m$
Алюминий [кровь], мг/дм^3	<0,005–0,192	0,057 ± 0,0315**	0,0169 ± 0,0069
Алюминий [моча], мг/дм^3	0–0,007	0,0105 ± 0,0041*	0,012 ± 0,0099

Примечание:
* – разница достоверна относительно референтного интервала ($p < 0,05$);
** – разница достоверна относительно группы сравнения ($p < 0,05$).

Таблица 2

Результаты сравнительного анализа показателей иммунитета у детей с патологией дыхательной системы, проживающих в условиях внешнесредового аэрогенного воздействия алюминия

Показатель	Референтный интервал	Группа наблюдения (n = 40), $M \pm m$	Группа сравнения (n = 14), $M \pm m$
IgG, г/дм^3	10,96–16	10,23 ± 0,433*/**	14,323 ± 1,176
IgG специфический к алюминию, усл. ед.	0–0,1	0,211 ± 0,053*/**	0,102 ± 0,057
CD127-лимфоциты, абс., 10^9/дм^3	0,015–0,04	0,09 ± 0,035*/**	0,042 ± 0,03
CD127-лимфоциты, отн., %	0,8–1,2	3,274 ± 1,291*/**	1,534 ± 1,061

Примечание:
* – разница достоверна относительно референтного интервала ($p < 0,05$);
** – разница достоверна относительно группы сравнения ($p < 0,05$).

Выводы. Таким образом, результаты исследования иммунной регуляции у детского населения, проживающего в условиях аэрогенной экспозиции алюминием, выявили существенные изменения иммунной реактивности и гиперчувствительности, которые проявились в избыточной экспрессии показателя клеточной супрессии CD127$^-$ на фоне повышения уровня специфической сенсибилизации организма. У обследованных детей группы наблюдения отмечается снижение содержания сывороточного IgG по отношению к физиологической норме и группе контроля.

Список литературы

1. Жданова-Заплесвичко И.Г., Землянова М.А., Пескова Е.В. Оценка нарушений биохимических показателей состояния костной ткани у детей в условиях аэрогенного воздействия приоритетных химических факторов в зоне влияния предприятия по производству алюминия // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2017. – № 2. – С. 216–221.

2. МУК 4.1.3230–14. Измерение массовых концентраций химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связан-

ной плазмой [Электронный ресурс]. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/495856222 (дата обращения: 16.08.2018).

3. Особенности иммунорегуляторных показателей у детей, проживающих в условиях аэрогенной экспозиции алюминием / О.В. Долгих, Е.А. Отавина, И.Н. Аликина, О.А. Казакова, И.Г. Жданова-Заплесвичко, М.А. Гусельников // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 1. – С. 81–84.

4. Оценка особенностей иммунорегуляторных эффектов у детей в условиях экспозиции тяжелыми металлами / К.Г. Старкова, А.В. Кривцов, Н.А. Вдовина [и др.]. // Российский иммунологический журнал. – 2015. – Т. 9 (18), № 2 (2). – С. 110–111.

5. Состояние иммунного статуса детей, проживающих в условиях аэрогенной экспозиции алюминием / Е.А. Отавина, О.А. Бубнова, К.Г. Старкова [и др.] // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: мат. всеросс. научн.-практ. интернет-конф. молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора / под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь, 2016. – С. 51–53.

6. Характеристика регуляторных систем у детей при воздействии химических факторов среды обитания / Д.В. Ланин, Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, О.В. Долгих, Д.Г. Дианова // Гигиена и санитария. – 2014. – № 2. – С. 23–26.

7. Synzynys B.I., Kharlamova O.V., Bulanova N.V. Aluminum Genotoxicity for Plant and Animals // Toxicology Letters. – 2003. – № 144. – P. l–126.

Влияние стереотипов пищевого поведения на фактическое питание младших школьников

И.Е. Штина, С.Л. Валина

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

Представлены результаты сравнительного анализа данных при изучении питания в школе учащихся 1–4-х классов по меню-раскладкам и весовым методом. Фактические значения макронутриентов и энергии при потреблении блюд в 1,5–2,4 раза ниже теоретического содержания в меню. В результате этой разницы формируется дефицит потребления; при сравнении с нормами физиологических потребностей: белков – 11–57 %, жиров – 39–59 %, углеводов – 36–66 %, калорийности – 37–59 %. По уровню фактического потребления основных нутриентов было установлено, что наиболее предпочтительным среди младших школьников являлся стереотип питания с преобладанием потребления макаронных, хлебобулочных и кондитерских изделий.

Ключевые слова: школьники, стереотип питания, меню-раскладки, весовой метод, фактическое питание.

Рациональное питание является ведущим и регулируемым фактором, определяющим состояние здоровья ребенка и обеспечивающим его нормальный рост и развитие [1, 3]. Одна из важных задач при организации общественного питания

школьников состоит в сохранении количественной и качественной полноценности рациона, что в определенной мере контролируется администрацией образовательных учреждений и органами санитарно-эпидемиологической службы [2]. В то же время фактические данные об энергетической и нутриентной полноценности потребленных рационов невозможно получить традиционно применяемым методом оценки питания по соответствию нутриентограммы меню-раскладок нормам физиологических потребностей [5]. Изучение фактического питания в школах с применением весового метода позволяет объективно определить потребление отдельных блюд и кулинарных изделий и, как результат, обеспеченность пищевыми веществами и энергией учащихся на индивидуальном уровне [4, 6]. Выявление вкусовых предпочтений школьников в выборе блюд и кулинарных изделий весовым методом важно для установления прогнозов в области здоровья детей и подростков и обоснования мероприятий по оптимизации питания учащихся общеобразовательных учреждений.

Цель исследования – выявление зависимости фактического потребления нутриентов от стереотипов пищевого поведения младших школьников.

Материалы и методы. Выполнена гигиеническая оценка организованного питания учащихся 1–4-х классов средней общеобразовательной школы по меню-раскладкам и с помощью индивидуального весового метода. Методика заключалась во взвешивании блюд на раздаче и определении среднего веса порций, предлагаемых учащимся (по 10 измерениям). После окончания приема пищи осуществлялось взвешивание остатков индивидуальных порций, расчет и регистрация уровня потребления блюд и кулинарных изделий в среднем ребенком. В основу гигиенической оценки были положены СанПиН 2.4.5.2409-08 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации питания обучающихся в общеобразовательных учреждениях, учреждениях начального и среднего профессионального образования» и МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ». Расчет продуктового набора, химического состава и энергетической ценности фактически потребляемого рациона проводился с помощью справочника «Химический состав и калорийность российских продуктов питания» под ред. В.А. Тутельяна (М., 2012).

Исследование проводилось с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации (1983), Национальном стандарте РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP) и требований этического комитета ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». У всех законных представителей обследованных детей было получено предварительное письменное информированное согласие на добровольное участие. Статистическую обработку результатов исследования выполняли с учетом характера распределения массива данных методом расчета статистических характеристик анализируемых показателей (среднее значение и ошибка средних). Для оценки достоверности различий полученных данных использовался критерий Стьюдента. Различия полученных результатов являлись статистически значимыми при $p \leq 0{,}05$.

Результаты и их обсуждение. Организация питания обучающихся в исследуемом общеобразовательном учреждении осуществлялась в школьной столо-

вой, работающей на сырье. Охват горячим питанием учащихся первого уровня образования составлял 96,5 %. Несмотря на то что для обучающихся организовано двухразовое горячее питание (завтрак, обед), младшие школьники ограничивались употреблением в школе завтрака. На выбор учащимся предлагалось три варианта завтрака. Завтрак I типа («Правильный») включал закуску (сыр, порционные фрукты, колбасные изделия), горячее блюдо (каша, творожное, овощное, яичное блюдо) и горячий напиток. В завтрак II типа («Здоровяк») входила закуска (порционные фрукты и овощи, колбасные изделия), горячее блюдо (рыбное, мясное, овощное, творожное блюдо, каша гарнирная, макаронные изделия), хлебобулочные изделия и горячий напиток. Завтрак III типа («Сластена») состоял из закуски (сыр, порционные овощи и фрукты, салаты из свежих овощей, колбасные изделия), горячего блюда (каша гарнирная, творожное, мясное, рыбное, овощное блюдо, макаронные изделия), кондитерских и хлебобулочных изделий, горячего напитка или сока.

Гигиеническая оценка рационов питания учащихся первого уровня образования показала, что примерное меню было составлено на 12 дней, содержало информацию о количественном составе блюд, энергетической и пищевой ценности, что соответствовало требованиям санитарного законодательства (п. 6.4, п. 6.10 СанПиН 2.4.5.2409-08). Фактический рацион питания соответствовал утвержденному примерному меню, что отвечало требованиям санитарного законодательства (п. 6.22 СанПиН 2.4.5. 2409-08).

Следует отметить, что рационы всех трех типов завтраков содержали все необходимые блюда, регламентируемые п. 6.18, п. 6.19 СанПиН 2.4.5.2409-08. В примерном меню не допускалось повторения блюд или кулинарных изделий в один и тот же день или последующие 2–3 дня. Анализ меню-раскладок для обучающихся в 1–4-х классах свидетельствовал о том, что масса порций соответствовала рекомендуемой массе порций блюд для обучающихся в возрасте 7–11 лет (п. 6.9 СанПиН 2.4.5.2409-08).

При анализе массы большинства предложенных на раздаче готовых блюд и изделий не выявлено значимых отличий от документальных данных (средняя разница ± 7,4 %). Исключение составили напитки, крупяное и яичное блюдо: на раздаче масса напитков была на 12 % больше данных, представленных в меню-раскладках, каши – до 24 %, в то же время масса предложенной порции яичного блюда была меньше на 18 %.

Анализ школьных рационов по данным меню-раскладок завтраков для обучающихся первого уровня образования показал, что превышение макронутриентов и энергии относительно нормы физиологических потребностей (НФП) достигало 34 % («Здоровяк») (табл. 1). Самый незначительный избыток по макронутриентам и энергии наблюдался в меню-раскладке завтрака «Правильный» – 8 %, в меню-раскладке завтрака «Сластена» показатель составил 28 %.

Несмотря на достаточный объем предложенных блюд и соответствие рационов гигиеническим требованиям СанПиН 2.4.5.2409-08, изучение индивидуального потребления продуктов детьми с помощью весового метода выявило, что фактические значения по энергетической ценности блюд в 1,5–2,4 раза ниже тех, что подразумевало теоретическое содержание в меню. При сравнении с НФП дефицит потребления учащимися макронутриентов и энергии в среднем составлял 45 %. Самое

низкое фактическое потребление предлагаемых блюд зафиксировано при употреблении завтрака I типа (дефицит 58 %) (табл. 1). Наибольшая обеспеченность была выявлена при завтраке III типа, дефицит при котором достигал 33 %. Наименьшая частота отказов детей в возрасте 7–10 лет установлена от салатов, напитков, кондитерских и хлебобулочных изделий. Таким образом, наиболее предпочтительным среди младших школьников являлся стереотип питания с преобладанием потребления макаронных, хлебобулочных и кондитерских изделий, создающий риск нарушения углеводного обмена.

Таблица 1

Выполнение рекомендуемого уровня потребления основных пищевых веществ и энергии по данным меню-раскладок и фактического потребления учащимися, %

Показатель	I тип завтрака		II тип завтрака		III тип завтрака	
	меню-раскладка	фактическое потребление	меню-раскладка	фактическое потребление	меню-раскладка	фактическое потребление
Макронутриенты и энергия	108	42	134	55	128	67

При изучении соотношения основных компонентов пищи (белки, жиры, углеводы), указанных в школьных рационах, с рекомендуемым уровнем (1:1:4) выявлено, что в завтраках II и III типа в целом пропорции носили оптимальный характер, в то время как в рационе завтрака I типа было нарушено соотношение макронутриентов за счет превышения доли углеводного компонента (1,3:1,0:5,0).

Фактический уровень потребления белка во время завтрака I типа в школе учащимися составил 8,2 ± 0,9 г, что не соответствовало НФП на 57 % ($p < 0{,}001$), потребление жиров – 10,4 ± 5,9 г, разница 47 % ($p < 0{,}001$), потребление углеводов – 28,2 ± 5,6 г, разница 66 % ($p < 0{,}001$) (табл. 2).

Дефицит калорийности составил 59 % при фактическом уровне 239,5 ± 52,5 ккал ($p < 0{,}001$) (табл. 2).

Таблица 2

Количественная оценка потребления основных пищевых веществ и энергии учащимися первого уровня образования во время завтрака I типа в школе

Пищевое вещество	НФП (25 % от сут.)	По меню-раскладке		p^1	Фактическое потребление		p^2	p^3
		$M \pm m$	% от НФП		$M \pm m$	% от НФП		
Белки, г	19,25	23,64 ± 10,46	122,80	0,02	8,19 ± 0,95	42,54	<0,001	<0,001
Жиры, г	19,75	18,17 ± 7,75	92,00	0,27	10,41 ± 5,95	52,71	<0,001	<0,001
Углеводы, г	83,75	93,25 ± 24,66	111,34	0,04	28,18 ± 5,60	33,65	<0,001	<0,001
Калорийность, Ккал	587,50	631,67 ± 87,92	107,52	0,008	239,51 ± 52,51	40,77	<0,001	<0,001

Примечание: p^1 – достоверность различий показателей НФП и по меню-раскладке;
p^2 – достоверность различий показателей НФП и фактического потребления;
p^3 – достоверность различий показателей по меню-раскладке и фактического потребления.

Завтрак III типа являлся наименее дефицитным вариантом по фактическому уровню потребления учащимися 1–4-х классов нутриентов и энергии. Так, дефицит белка составлял только 11 %, что в абсолютных цифрах равнялось 17,0 ± 4,4 г при рекомендуемых 19,25 г (p = 0,008) (табл. 3). Фактический уровень потребления жиров – 12,0 ± 6,2 г и углеводов – 48,1 ± 9,8 г, что на 39–43 % меньше НФП (p < 0,001) (табл. 3).

Таблица 3

Количественная оценка потребления основных пищевых веществ и энергии учащимися первого уровня образования во время завтрака III типа

Пищевое вещество	НФП (25 % от сут.)	По меню-раскладке		p^1	Фактическое потребление		p^2	p^3
		$M \pm m$	% от НФП		$M \pm m$	% от НФП		
Белки, г	19,25	30,61 ± 7,02	159,01	<0,001	17,04 ± 4,40	88,52	0,008	<0,001
Жиры, г	19,75	24,56 ± 7,74	124,35	0,001	12,02 ± 6,20	60,86	<0,001	<0,001
Углеводы, г	83,75	91,18 ± 16,39	108,87	0,02	48,09 ± 9,78	57,42	<0,001	<0,001
Калорийность, Ккал	587,50	708,81 ± 73,72	120,65	<0,001	369,14 ± 19,77	62,83	<0,001	<0,001

Примечание: p^1 – достоверность различий показателей НФП и по меню-раскладке;
p^2 – достоверность различий показателей НФП и фактического потребления;
p^3 – достоверность различий показателей по меню-раскладке и фактического потребления.

При выборе учащимися завтрака II типа установленный фактический уровень белка не соответствовал НФП на 41 % и был равен 11,4 ± 0,6 г (p < 0,001), дефицит жиров составил 59 % при фактическом потреблении – 8,0 ± 3,3 г (p < 0,001), дефицит углеводов – 36 % при фактическом потреблении –53,6 ± 6,4 г (p < 0,001), энергетической ценности – 43 % при фактическом потреблении – 332,6 ± 56,6 ккал (p < 0,001) (табл. 4).

Таблица 4

Количественная оценка потребления основных пищевых веществ и энергии, учащимися во время завтрака II типа

Пищевое вещество	НФП (25 % от сут.)	По меню-раскладке		p^1	Фактическое потребление		p^2	p^3
		$M \pm m$	% от НФП		$M \pm m$	% от НФП		
Белки, г	19,25	30,05 ± 8,01	156,10	<0,001	11,44 ± 0,62	59,43	<0,001	<0,001
Жиры, г	19,75	24,44 ± 8,61	123,75	0,004	8,00 ± 3,32	40,51	<0,001	<0,001
Углеводы, г	83,75	106,73 ± 13,43	127,44	<0,001	53,64 ± 6,41	64,05	<0,001	<0,001
Калорийность, Ккал	587,50	767,57 ± 81,49	130,65	<0,001	332,61 ± 56,60	56,62	<0,001	<0,001

Примечание: p^1 – достоверность различий показателей НФП и по меню-раскладке;
p^2 – достоверность различий показателей НФП и фактического потребления;
p^3 – достоверность различий показателей по меню-раскладке и фактического потребления..

Выводы. Результаты исследований показали, что изучение общественного питания младших школьников по меню-раскладкам, традиционно используемое для контроля управляющими службами, является формальным и дает завышенные результаты. Потери за счет остатков несъеденной части порции существенны и составили 33–58 % по макронутриентам и энергии. В результате этой разницы формируется дефицит потребления пищевых веществ при сравнении с НФП, который составляет от 11 до 66 %. Кроме того, установлено, что потребление кулинарных блюд и изделий зависит от пищевых предпочтений детей. В младшем школьном возрасте дефицит обеспеченности основными нутриентами более выражен при предложении жидких молочных каш (завтрак I типа «Правильный»). Наибольшее предпочтение учащиеся 1–4-х классов отдавали вариантам завтраков, содержащим каши гарнирные, макаронные изделия, хлебобулочные изделия (завтрак II типа «Здоровяк»), кондитерские изделия, соки (завтрак III типа «Сластена»). Дети останавливают свой выбор на привычных блюдах, руководствуясь пищевым вкусом, сформированным семейным питанием, что способствует формированию дисбаланса пищевых веществ. Комплексная гигиеническая оценка фактического питания и повышение уровня знаний населения о здоровой пище позволят оптимизировать рационы, предлагаемые предприятиями общественного питания.

Список литературы

1. Гигиеническая оценка питания школьников Оренбургской области (в рамках экспериментального проекта по организации питания) / Т.И. Бурцева, С.В. Нотова, А.В. Скальный, О.И. Бурлуцкая // Вопросы современной педиатрии. – 2008. – Т. 7, № 6. – С. 39–43.

2. Оценка фактического питания школьников г. Уфы / А.Т. Зулькарнаева, Е.А. Поварго, Т.Р. Зулькарнаев, Л.Б. Овсянникова // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. – 2014. – № 2. – С. 23–23.

3. Конь И.Я., Волкова Л.Ю., Дмитриева С.А. Актуальные проблемы организации питания школьников // Здоровье населения и среда обитания. – 2009. – № 5. – С. 4–8.

4. Фактическое питание детей, проживающих в экологических условиях современного города / Г.Г. Ладнова, М.Г. Курочицкая, М.Н. Гладских, Е.И. Грядунова // Вестник Брянского государственного университета. – 2012. – № 4–1. – С. 119–121.

5. Перевалов А.Я., Лир Д.Н. Выбор метода изучения питания детей в организованных коллективах при оценке риска для здоровья // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 4. – С. 21–26.

6.Тапешкина Н.В., Перевалов А.Я. Оценка фактического питания детей в школе // Сибирский медицинский журнал. – 2015. – Т. 35, № 4. – С. 49–54.

Анализ показателей белкового, углеводного, минерального и энергетического обменов у детей с различной обеспеченностью витаминами

А.М. Ямбулатов

Управление федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю, г. Пермь, Россия

Приведены результаты исследования обеспеченности витаминами детей, посещающих детские дошкольные организации в крупном промышленном центре. Исследование сезонной обеспеченности витаминами A, C, D, E, B_6 и B_{12} показало, что у 75–85 % детей регистрируется круглогодичный дефицит витаминов, имеющий характер полигиповитаминоза у 40 %. Весной 70 % детей испытывают дефицит витамина C, а 15 % – витамина A. Осенью каждый третий ребенок имеет дефицит витамина B_6, а каждый десятый – витамина D. Весной число детей с недостаточной обеспеченностью этими витаминами увеличивается в 1,8–6,3 раза. Половина детей испытывают круглогодичный дефицит витамина B_{12}. Проведен сравнительный анализ среднегрупповых биохимических показателей крови у детей с различной обеспеченностью витаминами. Установлено, что у детей с недостаточной обеспеченностью витаминами отмечается более низкий уровень активности белкового, углеводного, минерального и энергетического обменов.

Ключевые слова: дети; витамины; сезонная обеспеченность, кровь, обмен веществ.

Введение. Морфофункциональное становление физиологических систем детского организма, а также значительные темпы увеличения размеров тела является отличительными чертами растущего организма ребенка. В этих условиях полноценная обеспеченность микронутриентами во многом определяет возможности достижения конечного роста, а также устойчивости ребенка к инфекционным и другим неблагоприятным факторам внешней среды [1, 4, 10, 13].

Доказано, что важным условием нормального роста и развития детей является адекватная обеспеченность из группы микронутриентов – витаминами [6, 8, 12]. Именно детский организм наиболее чувствителен к недостатку витаминов [2, 15].

Витамины относятся к группе эссенциальных микронутриентов, участвующих в регуляции и ферментативном обеспечении метаболических процессов, но не имеющих самостоятельного пластического и энергетического значения, и практически не синтезируются в организме человека.

Проявляя в очень малых дозах высокую биологическую активность, витамины необходимы для поддержания роста и регенерации тканей, принимают участие в репродуктивной функции, обеспечивают иммунную реактивность организма, поддерживают нормальную работоспособность всех органов и тканей. Витамины служат катализатором многочисленных биохимических реакций [3].

Вследствие дефицита витаминов у детей регистрируются ухудшение самочувствия, снижение умственной и физической работоспособности, нарушение процессов детоксикации чужеродных веществ, иммунная недостаточность, замедление темпов физического и психического развития детей, хронизация

заболеваний, предрасположенность к развитию различных патологических состояний [7, 11].

Многочисленные данные отечественных научных исследований показывают широкое распространении гиповитаминозов у детского населения России [1, 2, 5, 6, 11, 16, 17].

Согласно данным НИИ питания РАМН, полученным в ходе динамического изучения пищевого статуса детей, в крови детей снижено содержание витаминов группы В, каротиноидов, витамина D, кальция, йода и железа, что говорит о их дефиците в организме и о недостаточном потреблении детьми данных микронутриентов [1, 4, 7, 16].

Недостаточная обеспеченность витаминами выявляется у значительного числа детей: так, в настоящее время дефицит витамина С выявляется у 70–90 % детей, витаминов группы В – у 20–90 % (B_2 – у 38 %, B_6 – у 64 %), бета-каротина – более чем у 40 %, при этом у 70 % наблюдается сочетанный дефицит трех витаминов и более независимо от возраста, времени года и места проживания [3, 5, 7, 9].

Цель настоящего исследования – изучение особенностей показателей гемограммы и биохимических показателей крови у детей с разной обеспеченностью витаминами.

Материалы и методы. Лабораторное определение содержания витаминов A, C, D, E, B_6 и B_{12} было проведено в крови детей, посещающих дошкольные образовательные организации (далее – ДОО), где осуществлялась стандартная С-витаминизация рациона питания [14].

В исследование было включено 188 детей двух типовых ДОО в возрасте 5–6 лет, посещавших ДОО не менее 3 лет; 50,7 % составляли девочки, 49,3 % – мальчики. Лабораторное обследование детей выполнялось повторно в осенний (сентябрь – октябрь), зимний (ноябрь – февраль) и весенний (март – май) сезоны года.

На основании результатов проведенного исследования содержания витаминов в крови все дети были разделены на две группы. Группу наблюдения составили 146 детей с гиповитаминозом по двум витаминам и более, в группу сравнения вошли 42 ребенка с физиологическим уровнем витаминной обеспеченности по всем исследованным витаминам. Обе группы были сопоставимы по гендерному признаку (p = 0,83). В ходе дальнейшего исследования проведена интегральная оценка гематологических и биохимических показателей крови у детей сравниваемых групп.

Исследование витаминов B_6 и B_{12} выполнялось микробиологическим тестом в комбинации с колориметрическим методом (ID-Vit® Vitamin B6 и ID-Vit® Vitamin B12, Immunodiagnostik AG, Германия); определение содержания витамина С – колориметрическим тестом с тест-системой для определения водорастворимого витамина С (Immunodiagnostik AG, Германия); витамина A, D и E – методами иммуноферментного анализа («Витамин А, ИФА/Human Vitamin A, VA Elisa Kit, 96 CSB», CUSABIO BIOTECH, Co. Ltd., Китай; «25-OH витамин D», «Евроиммун АГ», Германия; «Витамин Е, ИФА/Human Vitamin E, VE Elisa Kit, 96 CSB», CUSABIO BIOTECH, Co. Ltd., Китай). Биохимические исследования выполнены на автоматическом биохимическом анализаторе Skreen Master (США).

Для обработки информации применяли стандартные методы вариационной статистики; оценка достоверности численных значений – по критериям Стьюдента [18].

Результаты и их обсуждение. По итогам выполненных лабораторных исследований установлено, что среднегрупповое содержание витамина А в крови детей во все исследованные сезоны года соответствовало физиологической норме

(0,13–0,51 мкг/см^3) и составляло в осенний период – 0,580 ± 0,033 мкг/см^3, однако уже зимой снижалось до уровня субклинической недостаточности – 0,314 ± 0,020 мкг/см^3, которая усугублялась к весеннему периоду и достигала 0,228 ± 0,020 мкг/см^3 (p = 0,89–0,62) (табл. 1).

Таблица 1

Содержания витаминов в крови детей, посещающих ДОО, осуществляющих стандартную витаминизацию рациона питания

Витамин	Физиологическая норма	Время года			Достоверность различий между группами ($p \leq 0,05$)		
		осень (сентябрь – октябрь)	зима (ноябрь – февраль)	весна (март – май)	p^1	p^2	p^3
Витамин А (мкг/см^3)	0,13–0,51	0,580 ± 0,033	0,314 ± 0,020	0,228 ± 0,020	**≤0,001**	**≤0,001**	**≤0,001**
Витамин Е (мкмоль/дм^3)	0,15–0,87	0,838 ± 0,099	0,363 ± 0,077	0,371 ± 0,033	**≤0,001**	0,85	**≤0,001**
Витамин С (мг/дм^3)	4,0–14,96	6,409 ± 0,218	6,867 ± 0,483	4,824 ± 0,314	0,09	**≤0,001**	**≤0,001**
Витамин D (нг/см^3)	30–100	34, 493 ± 1,422	31,381 ± 2,984	29,386 ± 1,911	0,06	0,26	**≤0,001**
Витамин B_6 (мкг/дм^3)	4,6–18,6	6,378 ± 0,961	7,815 ± 2,137	6,479 ± 0,584	0,22	0,23	0,86
Витамин B_{12} (пмоль/дм^3)	149–616	150,129 ± 18,046	168,744 ± 15,134	166,345 ± 24,494	0,12	0,87	0,29

Примечание: p^1 – содержание витаминов в крови детей в осенний и зимний периоды;
p^2 – содержание витаминов в крови детей в зимний и весенний периоды;
p^3 – содержание витаминов в крови детей в весенний и осенний периоды.

С сентября по май обеспеченность детей витамином А снижалась на 60,7 % (с 0,580 ± 0,033 мкг/см^3 до 0,228 ± 0,020 мкг/см^3, $p \leq 0,003$), при этом если в осенне-зимний периоды его уровень у всех детей находился в пределах нормы, то весной у 15 % составлял только 0,116 ± 0,006 мкг/см^3 и был достоверно ниже физиологического ($p \leq 0,001$) (табл. 2).

Исследование крови на содержание витамина Е показало, что его среднегрупповое содержание в крови детей в осенний период достигало 0,838 ± 0,099 мкмоль/дм^3, что укладывается в физиологические нормы (0,15–0,87 мкмоль/дм^3, p = 0,86), однако в единичных случаях (2,2 %) не превышало 0,11 мкмоль/дм^3 ($p \leq 0,001$). В зимний и весенний период времени, уровень витамина Е снижался соответственно до 0,363 ± 0,077 и 0,371 ± 0,033 мкмоль/дм^3 ($p \leq 0,001$), однако и в этих случаях соответствовал физиологическому (p = 0,33–0,46). В целом обеспеченность детей витамином Е в зимне-весенний период снижалась на 55,7–56,7 % ($p \leq 0,001$ к показателю осени) (см. табл. 1 и 2).

Уровень витамина С в осенний период составлял только 6,409 ± 0,218 мг/см^3, что приближалось к нижней границе физиологической норме (4,0–14,96 мг/см^3); в течение последующего зимнего периода уровень обеспеченности детей витамином С не претерпевал существенных изменений и сохранялся на показателях 6,867 ± 0,483 мг/см^3 (p = 0,09 к уровню обеспеченности в осенние месяцы).

Таблица 2

Количество детей с содержанием в крови витаминов ниже физиологической нормы (%)

Витамин	Физиологическая норма	Время года			Достоверность различий между группами ($p \leq 0{,}05$)		
		осень (сентябрь – октябрь)	зима (ноябрь – февраль)	весна (март – май)	p^1	p^2	p^3
Витамин А (мкг/см^3)	0,13–0,51	0	0	15	–	**0,02**	0,0003
Витамин Е (мкмоль/дм^3)	0,15–0,87	2,2	0	0	0,3	–	0,3
Витамин С (мг/дм^3)	4,0–14,96	0	0	75	–	**≤0,001**	**≤0,001**
Витамин D (нг/см^3)	30–100	11,1	51,1	70	**≤0,001**	**0,02**	**≤0,001**
Витамин B_6 (мкг/дм^3)	4,6–18,6	33,3	31,6	60	0,89	**0,008**	**0,003**
Витамин B_{12} (пмоль/дм^3)	149–616	45	40,7	45	0,66	0,66	–

Примечание: p^1 – содержание витаминов в крови детей в осенний и зимний периоды;
p^2 – содержание витаминов в крови детей в зимний и весенний периоды;
p^3 – содержание витаминов в крови детей в весенний и осенний периоды.

Исследование витамина С в весенний период показало его существенное снижение: содержание витамина в крови снизилось с 6,409 ± 0,218 мг/см^3 (осень) и 6,867 ± 0,483 мг/см^3 (зима) до 4,824 ± 0,314 мг/см^3 ($p \leq 0{,}001$). В целом уровень обеспеченности детей витамином С в весенние месяцы снижался относительно показателей осенне-зимнего периода на 24,7–29,8 % ($p \leq 0{,}001$), при этом весной у 75 % обследованных детей его уровень не превышал 2,875 ± 0,229 мг/см^3, что соответствует состоянию гиповитаминоза ($p \leq 0{,}001$) (см. табл. 1 и 2).

Динамика обеспеченности детей витамином D показала, что его содержание осенью составляло только 34,493 ± 1,422 нг/см^3, что соответствовало нижней границе физиологической нормы (30–100 нг/см^3, $p = 0{,}67$), однако у 11,1 % не превышало 26,540 ± 1,303 нг/см^3 и было ниже допустимого ($p \leq 0{,}001$). В зимне-весенней период уровень витамина D снижался соответственно до 31,381 ± 2,984 и 29,386 ± ± 1,911 нг/см^3 (9,0–14,8 % к показателю осени, $p = 0{,}06$–$0{,}26$), а количество детей с обеспеченностью ниже физиологически допустимой увеличивалось в 4,6–6,3 раза (до 51,1–70 %; 23,70 ± 2,20 и 23,157 ± 1,133 нг/см^3 соответственно $p \leq 0{,}001$–$0{,}02$) (см. табл. 1 и 2).

Среднегрупповое содержание витамина B_6 во все исследованные сезоны не претерпевало существенных изменений и соответствовало нижней границе физиологической нормы (4,6–18,6 мкг/дм^3), составляя в осенний период – 6,378 ± 0,961 мкг/дм^3, зимний – 7,815 ± 2,137 мкг/дм^3 и 6,479 ± 0,584 мкг/дм^3 – весной. Но если в осенне-зимний сезоны низкая обеспеченность витамином B_6 выявлялась у каждого третьего ребенка (33,3–31,6 %; 3,733 ± 0,219 и 3,072 ± 0,425 мкг/дм^3 соответственно, $p = 0{,}02$–$0{,}01$ к физиологической норме), то в весенний период этот показатель достигал 60 % ($p = 0{,}008$–$0{,}003$) (3,459 ± 0,201 мкг/дм^3, $p = 0{,}02$).

Динамика обеспеченности детей витамином B_{12} во все исследованные сезоны не претерпевала существенных изменений (p = 0,12–0,87) и приближалась к нижней границе физиологической нормы (149–616 пмоль/дм^3), составляя осенью 150,129 ± 18,046 пмоль/дм^3 (p = 0,72 к показателю нормы), зимой – 168,744 ± ± 15,134 пмоль/дм^3 (p = 0,57) и 166,345 ± 24,494 пмоль/дм^3 (p = 0,68) – весной, при этом у 40–45 % детей недостаточная обеспеченность этим витамином фиксировалась целый год. Уровень витамина B_{12} у этой группы детей не превышал осенью 124,880 ± 3,784 пмоль/дм^3 (p = 0,03 к физиологическому), зимой – 116,654 ± ± 8,585 пмоль/дм^3 (p = 0,01), а в весной – 121,443 ± 4,103 пмоль/дм^3 (p = 0,02).

Сравнительный анализ среднегрупповых биохимических показателей крови детей исследуемых ДОО позволил выявить целый ряд различий: у детей группы наблюдения содержание общего белка (65,37 ± 1,91 г/дм^3) было ниже, чем у детей группы сравнения (71,00 ± 2,14 г/дм^3, p = 0,01), одновременно установлен более низкий уровень глюкозы (4,01 ± 0,27 против 4,69 ± 0,34 ммоль/дм^3, p = 0,02). Кроме того, были выявлены отличия по показателям минерального обмена: содержание калия в крови детей группы наблюдения составляло 3,85 ± 0,12 ммоль/дм^3 (против 4,46 ± 0,14 ммоль/дм^3, p = 0,006, у детей группы сравнения); натрий/калиевого коэффициента – 34,92 ± 0,46 (против 32,00 ± 0,39 ммоль/дм^3, p = 0,0003), железа – 12,14 ± 3,31 ммоль/дм^3 (против 17,17 ± 3,29 ммоль/дм^3, p = 0,0001). Исследование жирового обмена позволило установить, что у детей группы наблюдения содержание общего холестерина (4,78 ± 0,34 мкмоль/дм^3) и липополисахаридов низкой плотности (2,79 ± 0,38 мкмоль/дм^3) было достоверно выше показателей группы сравнения (4,08 ± 0,27 и 2,12 ± 0,26 мкмоль/дм^3 соответственно, p = 0,005–0,02). У детей группы наблюдения содержание креатинина (49,31 ± 2,19 мкмоль/дм^3) и щелочной фосфатазы (234,29 ± 25,33 мкмоль/дм^3) было ниже аналогичных показателей группы сравнения (56,06 ± 3,36 и 310,33 ± 31,07 мкмоль/дм^3 соответственно, p = 0,0001–0,041). Изучение состояния окислительных и антиоксидантных процессов показало, что уровень антиоксидантной защиты (глутатионпероксидаза – 34,44 ± 5,29 нг/см^3 и супероксиддисмутаза – 44,21 ± 5,00 нг/см^3) был достоверно ниже показателей группы сравнения (глутатионпероксидаза – 43,78 ± 5,61 нг/см^3 и супероксиддисмутаза – 59,39 ± 7,00 нг/см^3, p = 0,0001–0,0014); кроме того, антиокислительная активность сыворотки крови у детей группы наблюдения составляла 35,23 ± 1,33 %, в то время как в группе сравнения была выше и достигала 38,63 ± 1,04 % (p = 0,01). Исследование энергетического обмена показало, что содержание цГМФ у детей группы наблюдения было достоверно ниже показателя группы сравнения (2,76 ± 0,84 против 4,05 ± 0,35 пмоль/см^3, p = 0,032) (табл. 3).

Таблица 3

Сравнительный анализ биохимических показателей у детей с различной обеспеченностью витаминами A, C, D, B_6 и B_{12}

Показатель	Физиологическая норма	Группа наблюдения	Группа сравнения	Достоверность различий между группами ($p \leq 0,05$)
АЛАТ, Е/дм^3	5–42	16,92 ± 1,75	16,88 ± 2,12	0,941
АСАТ, Е/дм^3	6–37	35,39 ± 5,01	33,94 ± 2,19	0,121
Альбумины, г/дм^3	35–50	44,00 ± 1,41	43,53 ± 1,41	0,182
Билирубин общий, мкмоль/дм^3	0–18,8	8,07 ± 1,92	8,38 ± 2,20	0,563
Билирубин прямой, мкмоль/дм^3	0–4,3	1,85 ± 0,45	1,78 ± 0,27	0,441
Глюкоза, ммоль/дм^3	3,33–5,55	4,01 ± 0,27	4,69 ± 0,34	**0,002**

Окончание табл. 3

Показатель	Физиологическая норма	Группа наблюдения	Группа сравнения	Достоверность различий между группами ($p \leq 0{,}05$)
Железо, мкмоль/дм^3	6,6–28	12,14 ± 3,31	17,77 ± 3,29	**0,0001**
Ионизированный Са, ммоль/дм^3	1,03–1,1	1,17 ± 0,02	1,17 ± 0,03	0,98
Калий, ммоль/дм^3	3,6–5,5	3,85 ± 0,12	4,46 ± 0,14	**0,006**
Натрий, ммоль/дм^3	135–147	136,33 ± 1,31	136,20 ± 1,21	0,67
Na/K-коэффициент	30–50	34,92 ± 0,46	32,00 ± 0,39	**0,003**
Креатинин, мкмоль/дм^3	28–88	49,31 ± 2,19	56,06 ± 3,36	0,041
Магний, ммоль/дм^3	0,8–1	0,804 ± 0,038	0,790 ± 0,048	0,22
Общий белок, г/дм^3	60–80	65,37 ± 1,91	71,00 ± 1,14	**0,001**
Триглицериды, ммоль/дм^3	0,3–1,7	0,52 ± 0,13	0,54 ± 0,09	0,38
Фосфор, ммоль/дм^3	1,29–2,26	1,54 ± 0,09	1,52 ± 0,09	039
Холестерин ЛПВП, ммоль/дм^3	0,8–2,2	1,35 ± 0,15	1,32 ± 0,08	0,22
Холестерин ЛПНП, ммоль/дм^3	1,55–3,9	2,79 ± 0,38	2,12 ± 0,26	**0,005**
Холестерин общий, ммоль/дм^3	3,11–5,44	4,78 ± 0,34	4,08 ± 0,27	**0,02**
Щелочная фосфатаза, Е/дм^3	71–645	234,29 ± 25,33	310,33 ± 31,07	**0,001**
Малоновый диальдегид плазмы, мкмоль/см^3	1,8–2,5	2,22 ± 0,19	2,26 ± 0,16	0,36
Гидроперекиси липидов, мкмоль/дм^3	0–350	311,36 ± 102,84	325,74 ± 96,49	0,536
Глутатионпероксидаза в сыворотке крови, нг/см^3	27,5–54,70	34,44 ± 5,29	43,78 ± 5,61	**0,001**
Супероксиддисмутаза, нг/см^3	45,9–98,3	44,21 ± 5,00	59,39 ± 7,00	**0,014**
цАМФ, пмоль/см^3	5,9–10,9	6,36 ± 0,41	6,33 ± 0,36	0,71
цГМФ, пмоль/см^3	1,5–5,4	2,76 ± 0,84	4,05 ± 0,35	**0,032**
Антиоксидантная активность сыворотки крови. %	36,2–38,6	35,23 ± 1,33	38,63 ± 1,04	**0,01**

Выводы:

1. Круглогодичный гиповитаминоз отмечен у 75–85 % детей, у 40 % он носит характер полигиповитаминоза.

2. Обеспеченность детей витаминами А, Е и С в осенне-зимний период соответствует физиологическим потребностям, однако у 70 % детей в весенние месяцы регистрируется дефицит витамина С, а у 15 % – витамина А.

3. Каждый третий ребенок в осенний период имеет дефицит витамина B_6, а каждый 10 – витамина D; число детей с недостатком витаминов B_6 и D к весне возрастает в 1,8–6,3 раза соответственно.

4. Круглогодичный дефицит витамина B_{12} имеет половина обследованных детей (40–45 %).

5. Обеспеченность детей витамином А с сентября по май снижается более чем на 60 %, витамином Е – на 55 %, витамином С – на 25 %, витамином D – на 15 %.

6. Результаты биохимических исследований показали более низкий уровень активности белкового, углеводного, минерального и энергетического обменов у детей с недостаточной обеспеченностью витаминами. Более низкий уровень ферментов (щелочная фосфатаза и креатинин), антиокислительной активности сыворотки крови и цГМФ свидетельствует о замедлении синтетических процессов, истощении резервов системы антиокислительной защиты и дефиците энергетического обмена.

Список литературы

1. Батурин А.К., Каганов Б.С., Шарафетдинов Х.Х. Питание подростков: современные взгляды и практические рекомендации. – М., 2006. – 54 с.

2. Витаминно-минеральная недостаточность у детей: соматические и психоневрологические аспекты проблемы / В.М. Студеникин, С.В. Балканская, В.И. Шелковский [и др.]. // Лечащий врач. – 2008. – № 1. – С. 19–22.

3. Захарова И.Н., Сугян Н.Г., Дмитриева Ю.А. Дефицит микронутриентов у детей дошкольного возраста // Вопросы современной педиатрии. – 2014. – № 4. – С. 63–69.

4. Клещина Ю.В., Елисеев Ю.Ю., Павлов Н.Н. Особенности формирования нарушений питания у детей // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. – № 8 (233). – С. 20–22.

5. Конь И.Я. Дефицит витаминов у детей: основные причины, формы и пути профилактики у детей раннего и дошкольного возраста // Вопросы современной педиатрии. – 2002. – Т. 1., № 2. – С. 62

6. Конь И.Я., Волкова Л.Ю., Дмиртиева С.А. Актуальные проблемы питания школьников // Здоровье населения и среда обитания. – 2009. – № 9 (194). – С. 4–9.

7. Костантин Ж., Кугач В.В. Витамины и их роль в организме // Вестник фармации. – 2006. – № 2 (32). – С. 58–70.

8. Кучма В.Р. Мониторинг модернизации организации питания детей в образовательных учреждениях // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. – № 8 (233). – С. 7–10.

9. Левчук Л.В., Стенникова О.В. Витамины группы В, их роль для состояния здоровья и интеллектуального развития детей // Вопросы современной педиатрии. – 2009. – № 3.– С. 42–47.

10. Маймулов В.Г., Якубова И.Ш., Чернякина Т.С. Питание и здоровье детей. – СПб.: СпбГМА им. И.И. Мечникова, 2003. – 354 с.

11. Обеспеченность витаминами и возможности диетической коррекции полигиповитаминоза у школьников Санкт-Петербурга / А.Н. Завьялова, Е.М. Булатова, О.А. Вржесинская, В.А. Исаева, В.М. Коденцова, О.Г. Переверзева, В.Б. Спиричев, О.Б. Ладодо, Т.В. Спиричева // Гастроэнтерология Санкт-Петербурга. – 2011. – № 4. – С. 35–39.

12. Поляшова А.С. Оценка пищевого статуса детей младшего школьного возраста и обоснование мероприятий по его оптимизации: автореф. дис. … канд. мед. наук. – Н. Новгород, 2005. – 24 с.

13. Ребров В.Г., Громова О.А. Витамины, макро- и микроэлементы. – М., Гоэтар-медиа, 2008 – 954 с.

14. СанПиН 2.4.1.3049-13. Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных организаций № 26 (зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 29 мая 2013 года, регистрационный № 28564) [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/499023522 (дата обращения: 13.06.2018).

15. Студеникин В.М. Гиповитаминозы и поливитамины // Вопросы современной педиатрии. – 2002. – Т1, № 1. – С. 48–51.

16. Суетнова Е.Ю., Сетко Н.П. Гигиеническая оценка питания детей, посещающих детское дошкольное учреждение // Здоровье населения и среда обитания. – 2007. – № 2. – С. 27–29.

17. Трофименко В.А. Обеспеченность витаминами и железом детей из группы риска по железодефицитным состояниям и ее коррекция с использованием витаминов и различных форм железа: автореф. дис. … канд. мед. наук. – М., 2006. – 21 с.

18. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. – М.: Статистика, 1977. – 356 с.

Раздел IV

Современные аспекты и анализ риска в медицине труда

Особенности иммунологических показателей у работников, занятых на предприятии по добыче и переработке хромовой руды

И.Н. Аликина, Ю.А. Челакова, О.В. Долгих, Н.А. Вдовина

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

Проведено иммунологическое исследование работников на предприятии по добыче хромовых руд, в результате которого были выявлены нарушения клеточного звена иммунитета, выражающиеся в активации супрессорных Т-клеточных рецепторов $CD16^{+}56^{+}$, $CD127^{-}$, апоптического белка Bax, наблюдается повышение показателя специфической сенсибилизации IgE к хрому по отношению к группе сравнения, ассоциированное с повышенным содержанием хрома в крови (более чем в 4 раза по отношению к референтному уровню). Установлено достоверное снижение показателей CD-иммунограммы: $CD3^{+}CD25^{+}$, $CD3^{+}CD95^{+}$, снижение экспрессии белков bcl-2 и p53 и рецептора к фактору некроза опухоли TNFR по сравнению с неэкспонированными работниками предприятия ($p < 0,05$). Достоверное угнетение функции программированной клеточной гибели с одновременной активацией процессов сенсибилизации ассоциируются с известными токсикологическими эффектами соединений хрома (аллергизация, онкогенез) и формируют особенности иммунологического статуса работающих на предприятии по добыче и переработке хромовых руд.

Ключевые слова: иммунологические показатели, хромовые руды, работающие, производственные факторы.

Организм человека постоянно испытывает воздействие неблагоприятных факторов, оказывающее негативное влияние на многие системы и адаптационные возможности организма [1, 2]. Среди тяжелых химических элементов крупных промышленных предприятий хром по частоте встречаемости входит в первую десятку [7]. В результате техногенной деятельности соединения хрома оказывают болезнетворное, токсическое и стрессорное влияние на организм людей, работающих на производстве, подвергающихся воздействию вредных факторов и живущих в зоне распространения этих факторов, что в комплексе негативно модифицирует иммунную систему организма, повышает чувствительность к развитию инфекционных заболеваний, ведет к развитию неинфекционной патологии [3, 4, 8, 9].

Разработка методической базы в изучении особенностей иммунного статуса у работников предприятий по добыче и переработке хромовых руд необходима для профилактического обеспечения путей защиты и стабилизации здоровья работающего человека в условиях воздействия вредных производственных факторов [5, 6].

Цель работы – оценка особенностей иммунологических показателей работающих в условиях воздействия вредных производственных факторов предприятия по добыче и переработке хромовых руд.

Материалы и методы. Группу наблюдения составили 50 работников, занятых подземной добычей хромовых руд и находящихся под воздействием вредных

производственных факторов, таких как шум, вибрация, химический фактор, тяжесть трудового процесса. Группу сравнения составили 35 рабочих, не контактирующих с исследуемыми производственными факторами.

Фенотипирование популяций и субпопуляций лимфоцитов ($CD127^-$, $CD16^+56^+$, $CD3^+CD25^+$, $CD3^+CD95^+$) (Becton Dickinson, США), а также клеток, экспрессирующих маркеры апоптоза рецептор к TNFα ($TNFRI^+$), факторы p53, Bcl-2, Bax (Becton Dickinson, США), осуществляли на проточном цитометре FACSCalibur фирмы Becton Dickinson с использованием метода мембранной иммунофлюоресценции и панели меченых моноклональных антител, при этом регистрировали суммарно не менее 10 000 событий.

Специфические антитела к хрому определяли методом аллергосорбентного тестирования с ферментной меткой (IgE к хрому).

Полученные данные обрабатывали методом вариационной статистики, рассчитывая среднее арифметическое и его стандартную ошибку ($M \pm m$) и t-критерий Стьюдента для сравнения групп по количественным признакам в пакете статистического анализа Statistica 6.0 (StatSoft, США). Различия между группами считали достоверными при $p < 0{,}05$.

Результаты и их обсуждение. При добыче и переработке хромовых руд на исследуемом предприятии организм работающих основной группы подвергается воздействию комплекса вредных производственных факторов: вибрация, производственный шум, повышенная запыленность, неблагоприятные условия труда, такие как чрезмерная мышечная нагрузка, негативные условия микроклимата, тяжесть и напряженность трудового процесса. Химическое воздействие на производстве связано с присутствием вредного вещества – диХром триоксида, который является высокотоксичным соединением, и процессы, развивающиеся в результате его действия на организм, могут проявляться в виде ухудшения основных показателей иммунологической реактивности, аллергизации и развития пролиферативных процессов. Все вышеперечисленные факторы в совокупности с производственным стрессом приводят к истощению адаптивных систем организма и в дальнейшем к появлению патологических изменений со стороны органов и систем и отдаленных эффектов.

Исследование биосред показало, что у обследуемой группы наблюдения достоверно повышено более чем в 4 раза содержание хрома в крови по сравнению с референтным уровнем (табл. 1). Содержание хрома в моче основной группы превышало референтый уровень в 1,1 раза (у 59 % рабочих).

Таблица 1

Сравнительная оценка содержания хрома в крови (мкг/см^3)

Референтный уровень	Группа наблюдения ($M \pm m$)	Группа сравнения ($M \pm m$)
0–0,007	0,00598 ± 0,00174*	0,0007 ± 0,028

Примечание: * – разница достоверна относительно референтного интервала ($p < 0{,}05$).

Выявлены нарушения иммунного статуса рабочих группы наблюдения, которые заключались в достоверных ($p < 0{,}05$) отклонениях показателей CD-иммунограммы в сравнении с референтными значениями – повышение абсолютного и отно-

сительного показателей клеточной супрессии $CD127^-$ у 67 и 87 % работающих соответственно, повышение содержания TNFR-рецептора у 70 % обследуемых.

Результаты иммунологического анализа показали, что у работающих в условиях вредного производства достоверно повышены абсолютное и относительное значения $CD16^+56^+$-лимфоцитов по отношению к значениям, полученным в группе сравнения, в 1,7 и 1,5 раза соответственно ($p < 0,05$).

Установлен достоверно пониженный ($p < 0,05$), как по сравнению с нормой, так и группой сравнения, уровень $CD3^+CD25^+$ (относительные, абсолютные значения). Наблюдается достоверно сниженное в сравнении с референтным уровнем относительное содержание Т-клеточного фенотипа $CD3^+CD95^+$ у 76 % обследуемых.

Продемонстрировано, что у работающих в условиях производства достоверно ($p < 0,05$) понижен уровень экспрессии p53, понижен уровень Bcl относительно группы сравнения в 1,8 и 4,7 раза соответственно. У 63 % обследованных наблюдается достоверное увеличение внутриклеточного маркера Bax ($p < 0,05$) (табл. 2).

Таблица 2

Результаты сравнительного анализа показателей иммунитета работающих в условиях воздействия вредных производственных факторов предприятия по добыче и переработке хромовых руд

Показатель	Референтный интервал	Группа наблюдения ($n = 50$), $M \pm m$	Группа сравнения ($n = 35$), $M \pm m$
CD127_лимфоциты, абс. (ИМАК), 10^9/дм^3	0,015–0,04	0,074 ± 0,026*	0,059 ± 0,018
CD127_лимфоциты, отн. (ИМАК), %	0,8–1,2	2,865 ± 0,661*	2,746 ± 0,712
CD16+56+-лимфоциты, абс., 10^9/л	0,09–0,59	0,4 ± 0,069**	0,229 ± 0,055
CD16+56+-лимфоциты, отн., %	5–27	16,8 ± 2,277**	11,36 ± 2,691
CD3+CD25+-лимфоциты, абс., 10^9/л	0,19–0,56	0,137 ± 0,022*/**	0,274 ± 0,051
CD3+CD25+-лимфоциты, отн., %	13–24	5,833 ± 0,809*/**	13,0 ± 1,951
CD3+CD95+-лимфоциты, отн., %	39–49	24,233 ± 3,228*/**	33,8 ± 3,713
TNFR_ (ИМАК), %	1–1,5	3,202 ± 0,777*	3,54 ± 1,343
p53 (ИМАК), %	1,2–1,8	1,849 ± 0,457**	3,408 ± 0,879
Bax_ (ИМАК), %	5–9	10,125 ± 1,311**	5,567 ± 1,534
Bcl-2_ (ИМАК), %	1–1,5	0,833 ± 0,233**	3,918 ± 1,113

Примечание:
* – разница достоверна относительно референтного интервала ($p < 0,05$);
** – разница достоверна относительно группы сравнения ($p < 0,05$).

Наблюдается изменение гуморального звена иммунитета, который характеризуется повышением показателя специфической сенсибилизации IgE к хрому 1,4 раза (табл. 3).

Таблица 3

Особенности специфической сенсибилизации у работников предприятий по добыче хромовых руд

Показатель	Физиологическая норма	Группа наблюдения ($n = 51$), $M \pm m$	Группа сравнения ($n = 26$), $M \pm m$
IgE специфический к хрому, МЕ/см^3	0–1,01	0,248 ± 0,027**	0,175 ± 0,020

Примечание: ** – разница достоверна относительно группы сравнения ($p < 0,05$).

Выводы. Результаты исследования иммунной регуляции у работников, занятых подземной добычей хромовых руд, выявили существенные изменения иммунной реактивности, которые проявлялись в модификации иммунологических показателей CD-иммунограммы: угнетении активатора Т-лимфоцитов $CD3^{+}CD25^{+}$, рецептора клеточной гибели $CD3^{+}CD95^{+}$, транскрипционного фактора p53, антиапоптического белка bcl-2 и рецептора к фактору некроза опухоли TNFR, а также в активации клеточных рецепторов $CD16^{+}56^{+,}$ $CD\ 127^{-}$ и внутриклеточного проапоптотического фактора Bax. Достоверное угнетение функции программированной клеточной гибели с одновременной активацией процессов сенсибилизации ассоциируются с известными токсикологическими эффектами соединений хрома (аллергизация, онкогенез) и формируют особенности иммунологического статуса работающих на предприятии по добыче и переработке хромовых руд.

Список литературы

1. Айбасова Ж.А. Загрязнение атмосферного воздуха выбросами предприятий хромовой промышленности // Медицинский журнал Западного Казахстана. – 2005. – Т. 7, № 3. – С. 13–19.

2. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития: монография / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, И.В. Май [и др.]; под ред. Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцевой. – М.; Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. Ун-та. – 2014. – 738 с.

3. Грушко Я.М. Соединения хрома и профилактика отравлений ими. – М., 1964. – 297 с.

4. Долгих О.В., Кривцов А.В., Бубнова О.А. Иммуногенетические показатели у работающих в условиях сочетанного воздействия пыли и производственного шума // Российский иммунологический журнал. – 2015. – Т. 9 (18), № 2 (1). – С. 551–553.

5. Жалимбетов М.К. Расчет дозных нагрузок пыли, шума, вибрации и разработка безопасного стажа работы во вредных условиях для рабочих хромового производства // Гигиена, эпидемиология и иммунология. – 2010. – № 1. – С. 53–58.

6. Жалимбетов М.К., Исмаилова А.А. Гигиеническая оценка условий труда рабочих при подземной добыче хромовых руд // Наука и здравоохранение. Семипалатинск. – 2004. – № 3. – С. 34–38.

7. Михеев И.И. Хром и его соединения. Вредные вещества в промышленности. – Ленинград, 1977. – Т. 3. – С. 15–17.

8. Особенности иммуногенетических показателей у работников предприятия цветной металлургии / О.В. Долгих, А.В. Кривцов, Т.С. Лыхина [и др.] // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94. – № 2. – С. 54–57.

9. Anderson R.A., Polansky M.M., Bryden N.A. Stability and absorption of chromium and absorption of chromium histidinate complexes by humans // Biol. Trace Elem. Res. – 2004. – № 101. – P. 211–218.

Методические и практические аспекты разработки методики определения ниобия и тантала в воздухе рабочей зоны

М.В. Волкова, А.В. Недошитова
Научный руководитель – д-р биол. наук Т.С. Уланова

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

Приведен обзор научной литературы по применению ниобия и тантала в современной промышленности, их влиянию на организм человека, обзор существующей методической базы по определению концентрации ниобия и тантала в воздухе рабочей зоны. Обоснована актуальность разработки высокоэффективной аналитической методики определения данных элементов в воздухе рабочей зоны. Приведены результаты практических исследований по определению концентрации ниобия и тантала методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой с различными вариантами пробоподготовки (микроволновое разложение, сжигание в муфельной печи, кислотное растворение в термоблоке).

Ключевые слова: ниобий (Nb), тантал (Ta), масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS), воздух рабочей зоны.

С развитием техники и технологий к современным материалам предъявляются все большие требования. Востребованным направлением исследований в материаловедении является получение тугоплавких сплавов на основе ниобия и тантала [9]. Также перспективными являются исследования по созданию особо чистых, теплостойких, высокопористых и прочных керамических материалов на основе этих элементов, которые в последующем могут быть использованы в качестве абсорберов, катализаторов, теплозащиты и т.д. [11]. Все эти применения базируются на коррозионной стойкости ниобия и тантала в кислотах, растворах большинства солей в сочетании с высокой теплопроводностью и пластичностью [8]. Эти же свойства являются препятствием при определении концентраций данных элементов в различных средах при переводе образца в форму, пригодную для анализа.

За последние десятилетия потребление ниобия и тантала возросло в разы и продолжает расти, что приводит к развитию индустрии добычи и роста производства данных элементов, следовательно, к повышению рисков здоровью занятых в производстве работников [6]. Имеются данные, что при ежедневном вдыхании пылевидного нитрида ниобия в концентрации 40 мг/м^3 в течение нескольких месяцев возникают признаки пневмокониоза: утолщение интеральвеолярных перегородок, образование значительного количества коллагеновых фибрилл в перибронхиальных и периваскулярных тканях и шелушение бронхиального эпителия [10]. В организме человека ниобий всасывается слабо из-за низкой растворимости. Накапливается в крови, мышцах, скелете, печени, почках. Хлорид ниобия при содержании 830 мг/кг угнетает деятельность ферментов. Биологическое и патологическое действие на организм изучено слабо [1]. Общая токсичность тантала невелика,

что является следствием слабой растворимости. Вместе с тем тантал и его соединения представляют опасность для кожи, глаз и дыхательной системы [12]. Высокой токсичностью обладает фторид тантала, растворимый в воде. Аккумулируется в печени, костях, почках [1].

Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны установлена для ниобия, пятиокиси ниобия, нитрида ниобия и составляет 10 мг/м^3 (IV класс опасности). Для диселенида ниобия – 4 мг/м^3 (III класс опасности). Для тантала и его оксидов предельно допустимая концентрация 10 мг/м^3 (IV класс опасности) [2].

К существующим методикам определения ниобия и тантала в воздухе рабочей зоны относятся следующие методы и методические указания: фотометрия (МУ № 5993–91 [7], МУ № 1625–77 [5]), метод атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (ГОСТ Р ИСО 15202 [3]). Международный стандарт ИСО 30011: 2010 регламентирует использование метода ИСП-МС для анализа растворов, приготовленных из проб аэрозольных частиц в воздухе рабочей зоны, однако в перечень элементов включены только иттрий и ниобий [4]. Существующие методики не позволяют определять ниобий и тантал одновременно из одной пробы, а также отличаются сложностью пробоподготовки.

В связи с возрастающими темпами производства и потребления ниобия и тантала для повышения производственной безопасности необходимо получение точных, правильных, воспроизводимых данных о содержании данных элементов в воздухе рабочей зоны. Для этих целей нужны современные высокочувствительные методы элементного анализа. Одним из ведущих методов определения элементов в различных объектах является масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС). Несмотря на очевидные преимущества метода ИСП-МС, в доступной научно-методической литературе практически отсутствуют данные о содержании ниобия и тантала в образцах воздуха рабочей зоны. Возможно, это связано с некоторой закрытостью промышленных разработок.

В выполненных нами исследованиях количественное определение ниобия и тантала осуществлялось на квадрупольном масс-спектрометре с октопольной реакционной / столкновительной ячейкой (ORS).

Инструментальные возможности (пределы детектирования прибора без учета фона при подготовке проб) исследовались на стандартных образцах (СО) с известными концентрациями элементов без внутреннего стандарта (ВС) и с различными внутренними стандартами. Данные исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1

Инструментальные возможности на примере измерения СО в растворе 1%-ной азотной кислоты

Ингредиент	ВС	Концентрация образца, мкг/л, обнаружено (%)									
		0,01	%	0,05	%	0,1	%	0,5	%	1,0	%
Nb^{93}	–	0,0834	834	0,0832	166	0,132	132	0,569	114	0,956	96
Ta^{181}	–	0,0504	504	0,0846	169	0,171	171	0,874	175	1,332	133
Nb^{93}	In^{115}	0,064	640	0,0672	134	0,118	118	0,519	104	1,129	113
Ta^{181}	In^{115}	0,012	120	0,0358	72	0,087	87	0,401	80	1,377	138
Nb^{93}	Tb^{159}	0,0103	103	0,0545	109	0,106	106	0,52	104	1,0	100
Ta^{181}	Tb^{159}	0,0113	113	0,0550	110	0,112	112	0,51	102	1,0	100

Из данных табл. 1 следует, что при использовании масс-спектрометра в условиях лаборатории для ниобия и тантала предел детектирования с погрешностью до 25 % составляет 0,01 мкг/л с применением ВС Tb^{159}.

Затем проводили определение содержания исследуемых элементов в аналитических фильтрах АФА, предназначенных для улавливания твердых и жидких аэрозольных примесей и последующего проведения химического анализа этих примесей.

Из данных табл. 2 следует, что по сходимости содержания ниобия и тантала в фильтрах наиболее пригодными для определения концентрации данных металлов являются фильтры АФА-ХП.

Таблица 2

Содержание ниобия и тантала в фильтрах

Ингредиент	масса	Содержание, мкг/л								
		фильтр АФА-ХП			фильтр АФА-ВП			фильтр АФА-ХА		
Nb	93	0,0259	0,0285	0,0266	0,0254	0,0142	0,0143	0,0993	0,0807	0,0541
Ta	181	0,0526	0,052	0,0505	0,05	0,0502	0,0506	0,403	0,236	0,135

По критерию 3σ были рассчитаны пределы обнаружения (LOD) для фильтров АФА-ХП. Для Nb – 0,09 мкг/л, для Ta – 0,369 мкг/л.

Пробоподготовку образцов для последующего анализа проводили на стандартном образце ГСО, изготовленном из золы уноса от сжигания бурого угля и представляющего собой порошковый материал серого цвета с размерами частиц не более 0,08 мм. Аттестованное значение для ниобия и тантала установлено межлабораторным экспериментом в 20 лабораториях с применением 10 методов, в том числе ИСП-МС.

В качестве вариантов пробоподготовки использовано разложение проб в муфельной печи, микроволновое разложение и кислотное растворение в термоблоке.

Разложение проб в муфельной печи. Навеску золы помещали в кварцевые стаканчики, приливали 0,1 мл этилового спирта, добавляли 0,5 мл 20 % раствора аммония сульфата в деионизованной воде, вносили 0,1 мл раствора внутреннего стандарта. Стаканчики устанавливали в холодную муфельную печь. Выдерживали при температуре около 100 °С 40–60 мин, далее при температуре 250 °С 40–60 мин, далее озоляли при температуре 450–500 °С 3,0–3,5 ч. Образовавшуюся золу смачивали 0,3–0,5 мл концентрированной азотной кислоты, нагревали на песчаной бане и упаривали до состояния влажных солей. После охлаждения остаток растворяли в 5 мл 1 %-ной азотной кислоты, переносили в мерную полипропиленовую пробирку вместимостью 15 мл, 2–3 раза ополаскивали стаканчик 1 мл 1 %-ной азотной кислоты, перенося каждый смыв в пробирку, объем доводили до 10 мл 1 %-ной азотной кислотой, закрывали пробирку, перемешивая пробу.

Микроволновое разложение проб. Золу помещали во фторопластовые стаканы (или кварцевые вкладыши), добавляли 10 мл концентрированной азотной кислоты, выдерживали 10 минут при комнатной температуре, после чего минерализовали пробы в микроволновой системе при температуре 150 °С 5 мин и давлении 40 бар, затем 1 мин при температуре 170 °С и давлении 40 бар. Минерализованную пробу переносили в мерную полипропиленовую пробирку вместимостью 15 мл, доводили объем пробы до 10 мл деионизованной водой, закрывали пробирку, перемешивали пробу.

Кислотное растворение или экстракция в термоблоке. Навеску ГСО помещали в пробирки для термоблока, добавляли 4 мл концентрированной азотной кислоты, выдерживали около 2,5–3,0 ч при температуре 95 °С. После охлаждения объем доводили до 10 мл деионизованной водой, закрывали пробирку, перемешивали пробу.

Полученные результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3

Подготовка проб на примере ГСО 9237-2008 (зола уноса угля)

Аттестованное значение, мкг/г		Микроволновая система				Термоблок				Муфельная печь			
		навеска 0,025 г		навеска 0,05 г.		навеска 0,025 г		навеска 0,05 г.		навеска 0,025 г		навеска 0,05 г.	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
		мкг/г	%	мкг/г	%	мкг/г	%	мкг/г	%	мкг/г	%	мкг/г	%
Nb^{93}	7,8 ± 1,1	4,4 4,1	56 % 52 %	2,1 2,2	27 % 28 %	1,1 1,0	14 % 13 %	0,6 0,6	8 % 8 %	0,68 0,64	9 % 8 %	0,38 0,32	5 % 4 %
Ta^{181}	0,61 ± 0,04	0,9 0,7	–	0,09 0,08	15 % 13 %	0,02 0,02	4 % 4 %	н/о н/о	0 % 0 %	0,14 0,02	23 % 4 %	0,08 0,06	13 % 10 %

Примечание: в столбцах 1 указано найденное значение, в столбцах 2 – степень извлечения металлов из золы.

Аналитическая степень извлечения аналита при подготовке проб должна составлять 90 ± 10 % в соответствии с ГОСТ Р ИСО 30011-2017 [4]. Из табл. 3 видно, что для определения ниобия и тантала необходимо подобрать другие условия подготовки проб.

Данные методы пробоподготовки не позволяют перевести порошок в раствор из-за низкой растворимости ниобия и тантала в кислотах. На следующем этапе исследований были рассмотрены условия проведения пробоподготовки, используемые при фотометрическом определении тантала и его соединений [6]. Также в качестве исследуемых образцов вместо золы было решено использовать чистые оксиды ниобия и тантала, так как в золе уноса концентрация металлов низкая, что приводит к необходимости взятия большой навески вещества, зачастую превышающей пылеемкость фильтров.

Навеску оксидов ниобия и тантала смешивали в кварцевом тигле с 1 г пиросульфата калия. Тигли ставили у края нагретой до 800 ºС муфельной печи до перехода плава в жидкое состояние. Затем тигли помещали вглубь печи и выдерживали в течение 10 мин. После охлаждения приливали 12 мл 10%-ной винной кислоты и нагревали раствор на песчаной бане до полного растворения плава. Полученный раствор переливали в колбу на 100 мл и доводили до метки деионизированной водой.

В полученном образце ниобий найден в количестве 96 % от введенного, тантал найден в количестве, превышающем 100 %, что может свидетельствовать о наложениях, возникающих из-за использования данного метода пробоподготовки.

Дальнейшие исследования будут посвящены устранению интерференций путем подбором оптимального соотношения реактивов на стадии пробоподготовки и оптимальных параметров прибора при определении содержания ниобия и тантала в образцах.

Список литературы

1. Биологическая функция химических элементов: справочное пособие / под ред. Н.К. Чертко. – Минск, 2012. – 172 с.

2. ГН 2.2.5.3532-18. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/557235236 (дата обращения: 16.08.2018).

3. ГОСТ Р ИСО 15202-2-2014. Воздух рабочей зоны. Определение содержания металлов и металлоидов в твердых частицах аэрозоля методом атомной эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. – М.: Стандартинформ, 2015. – 42 с.

4. ГОСТ Р ИСО 30011-2017. Воздух рабочей зоны. Определение содержания металлов и металлоидов в частицах, взвешенных в воздухе с применением масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. – М.: Стандартинформ, 2017. – 36 с.

5. Кременецкий А.А., Архипова Н.А., Усова Т.Ю. Редкие металлы для высоких технологий: проблемы и пути решения // Разведка и охрана недр. – 2011. – № 5. – С. 37–43.

6. МУ 1625-77. Методические указания на фотометрическое определение тантала и его соединений (окислы и фтортанталат калия) в воздухе. – М.: ЦРИА «Морфлот», 1981. – 256 с.

7. МУ 5993-91. Методические указания по фотометрическому измерению концентраций ниобия и его соединений в воздухе рабочей зоны. – М.: Информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзора РФ, 1993. – 25 с.

8. Никишина Е.Е., Дробот Д.В., Лебедева Е.Н. Ниобий и тантал: состояние мирового рынка, области применения, сырьевые источники. Часть 1 // Известия вузов. Цветная металлургия. – 2013. – № 5. – С. 28–34.

9. Оспенникова О.Г., Подъячев В.Н., Столянков Ю.В. Тугоплавкие сплавы для новой техники // Труды ВИАМ. – 2016. – № 10 (46). – С. 55–64.

10. Ниобий. Энциклопедия по охране и безопасности труда [Электронный ресурс]. – URL: http://base.safework.ru/iloenc? navigator&spack = 110LogLength % 3D0 % 26LogNumDoc % 3D857200145 % 26listid % 3D010000000100 % 26listpos % 3D21 % 26lsz % 3D40 % 26nd % 3D857200145 % 26nh % 3D1 % 26 (дата обращения: 16.08.2018).

11. Получение высокопористой керамики $Nb_xTa_{1-x}C$ из полимерных композиционных материалов на основе фенолформальдегидного связующего и маловодного гидроксида ниобия-тантала / И.Д. Симонов-Емельянов, Н.Л. Шембель, Е.Е. Никишина [и др.] // Неорганические материалы. – 2015. – Т. 51, № 10. – С. 1148–1154.

12. Тантал. Энциклопедия по охране и безопасности труда [Электронный ресурс]. – URL: http://base.safework.ru/iloenc? d&nd = 857200260&prevDoc = 857200260&spack = 011barod % 3Dx % 5C10; y % 5C10 % 26intelsearch % 3D % F2 % E0 % ED % F2 % E0 % EB % 26listid % 3D010000000100 % 26listpos % 3D0 % 26lsz % 3D7 % 26w % 3D0; 1 % 26whereselect % 3D-1 % 26&c = % D2 % C0 % CD % D2 % C0 % CB#I0 (дата обращения: 16.08.2018).

Распространенность синдрома хронической усталости среди работников промышленных предприятий

А.Р. Габдуллина, Ю.В. Рябова

Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан (Татарстан)» в Нижнекамском районе и городе Нижнекамск,
г. Нижнекамск, Россия

Приведены результаты анкетирования работников предприятий по рафинированию меди, входящих в УГМК-холдинг, по анкете в собственной модификации с включением шкалы оценки усталости и теста связи чисел на наличие признаков энцефалопатии.

Ключевые слова: синдром хронической усталости (СХУ), напряженность труда, неблагоприятные условия труда, профилактика.

Приблизительно каждый пятый пациент (20–25 %), обращающийся за медицинской помощью, жалуется на продолжительную усталость, однако состояние большинства обычно улучшается после адекватного отдыха [5].

Синдром хронической усталости (СХУ) – хроническое утомление, испытываемое человеком, которое не исчезает даже после длительного отдыха и со временем приводит к значительному снижению умственной и физической работоспособности. СХУ сегодня называют «болезнью молодых» – как правило, ему подвержены энергичные и активные молодые люди, занимающиеся умственным трудом, чаще женщины [2]. Заболевание довольно распространенное и вместе с тем наименее изученное специалистами.

В данный момент синдром хронической усталости определяют как мультипричинное расстройство нейроиммунных механизмов, которое проявляется у генетически предрасположенных личностей в результате гиперактивации иммунной системы и дисрегуляции центральной нервной системы. На сегодняшний день известно несколько теорий возникновения синдром хронической усталости: стресс-зависимая гипотеза, гипотеза вегетативной дисфункции, инфекционная гипотеза, иммунопатологическая гипотеза, гипотеза множественных психических расстройств [1].

Типичными факторами риска для данной патологии можно считать: женский пол, белый цвет кожи, гиподинамию, избыточное нерациональное питание, частые и длительные стрессы, неблагоприятные гигиенические условия, однообразную напряженную работу с отсутствием положительного подкрепления. Для диагностики СХУ используются критерии диагностики синдрома хронической усталости (таблица). Диагноз считается достоверным при наличии одного большого и не менее 6 малых или не менее 8 малых диагностических критериев при отсутствии другой известной причины данной симптоматики [5].

Цель исследования – изучить распространенность синдрома хронической усталости среди работников промышленных предприятий, составить рекомендации по снижению уровня СХУ среди рабочих

Критерии диагностики синдрома хронической усталости

Большие диагностические критерии	Малые диагностические критерии
Непреходящая усталость и снижение работоспособности не менее чем на 50 % у ранее здоровых лиц в течение последних 6 месяцев	1. Повышение температуры тела. 2. Боли в горле. 3. Увеличение и болезненность шейных, затылочных и подмышечных лимфатических узлов. 4. Необъяснимая мышечная слабость. 5. Болезненность отдельных групп мышц – миалгии. 6. Мигрирующая боль в суставах, преимущественно крупных. 7. Головные боли нового характера или интенсивности. 8. Быстрая утомляемость при физических или умственных нагрузках, сопровождающаяся последующей продолжительной усталостью, длящейся более 24 часов. 9. Нарушение сна (поверхностный сон, не приносящий бодрости, повышенная сонливость, бессонница). 10. Психологические расстройства (ухудшение памяти, повышенная раздражительность, снижение интеллекта, нарушение концентрации внимания, депрессия, боязнь света)

Материалы и методы. Материалами для исследования послужили данные современных литературных источников по этой проблеме, а также собственные данные, полученные в ходе анкетирования рабочих предприятий УГМК-холдинга (48 пациентов) на базе Екатеринбургского медицинского научного центра профилактики и охраны здоровья рабочих промышленных предприятий в период с 09.02.2017 по 16.02.2017.

Результаты и их обсуждение. Возраст респондентов составлял от 23 до 64 лет, среди них 77 % мужчин и 23 % женщин. Занятость работников в основном связана с физическим трудом – 78 % (плавильщики, сварщики, токари, слесари и др.), и 20 % заняты умственным трудом (ведущие специалисты, инженеры-технологи). При этом почти у половины опрошенных (49 %) среднеспециальное образование, 30 % имеют среднее, и только каждый пятый с высшим образованием. Длительность рабочего дня у 70 % рабочих – 8 часов, у 15 % – 9 часов, у 8 % – 11 часов, у 7 % – 12 часов.

По результатам анкетирования нами была выбрана контрольная группа, состоящая из работников умственного труда, не связанных с тяжелыми и вредными факторами производства, всего 24 % респондентов.

По шкале оценки усталости (Fatigueassessmentscale) [4] были получены следующие данные: респонденты набрали в среднем 34,9 балла из 60, в то время как контрольная группа только 24,8, что говорит о большей степени хронической усталости работников производства. Также стоит отметить, что 73 % опрошенных основной группы заявляют, что никогда или почти никогда не успевают отдохнуть за выходные, в то время как среди контрольной группы таковых лишь 16,7 %.

Рабочим предлагался тест связи чисел, традиционно используемый для выявления энцефалопатии. Основная группа справилась с ним в среднем за 104 секунды, в то время как контрольная за 54,7 секунды. По результатам данного теста у 42 % респондентов были выявлены признаки энцефалопатии, что соответствует 2-ю стадии, 37 % – 1-й стадии, 14 % – не имеют признаков, 5 % рабочих имеют 3-ю стадию и всего 2 % – 4-ю стадию. Но при этом на вопрос: «Могут ли хорошо

сконцентрироваться, когда делают что-нибудь?», было обнаружено, что каждый десятый опрошенный никогда не может довольно хорошо сконцентрироваться, 27 % – постоянно могут хорошо сконцентрироваться, 41 % – чаще, чем в половине случаев, 17 % – почти никогда, и только 5 % ответили – в половине случаев. Еще 5 % респондентов отметило, что трудно думать четко и ясно чаще, чем в половине случаев. Стоит отметить, что 8 % лиц, относящихся к основной группе, не выполнили задание вовсе, пропустив соответствующие пункты анкеты.

Выводы:

1. Синдром хронической усталости высоко распространен среди работников исследуемого промышленного предприятия.

2. Уровень распространенности СХУ выше среди работников производства, нежели чем среди лиц, занятых умственных трудом. Вероятно, это связано с чрезмерной напряженностью труда, нагрузкой, воздействием вредных физических и иных факторов в процессе работы.

3. Для работников производства, связанного с риском для жизни и здоровья, особенно важно оптимальное состояние физического и психического здоровья, позволяющее быстро и адекватно реагировать на возможные опасности. Сформировавшийся синдром хронической усталости уже на данной стадии препятствует этому, снижает уровень внимания (на примере теста связи чисел), что в условиях производства может привести к трагедии.

4. На данный момент существует ряд критерий для диагностики СХУ (разработана Американским национальным центром хронической усталости), однако не совсем понятна возможность их использования в практическом здравоохранении. Ввиду гетерогенности состояния и множества теорий (инфекционная, эндокринная, обменная, мозговой дисфункции [3, 5]) его развития в настоящее время не существует однозначных способов лечения и профилактики.

5. Учитывая вышесказанное, можно рекомендовать следующее:

1) на государственном уровне – ужесточения контроля за исполнением санитарного законодательства в сфере охраны труда, пропаганду здорового образа жизни, регулярные периодические медицинские осмотры;

2) на уровне трудового коллектива – создание оптимального микроклимата, адекватных условий труда, поощрение работников, ведущих здоровый образ жизни;

3) на уровне семейном и индивидуальном – организация полноценного здорового питания, прием поливитаминных препаратов, активный отдых, создание оптимального микроклимата в семье, наличие увлечения, хобби.

Список литературы

1. Мазнев Н.И. Бессонница, неврозы и другие заболевания нервной системы. – СПб., 2011. – С. 58–64.

2. Подколзин А.А. Патофизиологические механизмы синдрома хронической усталости. – М.: Биоинформсервис, 2000. – 124 с.

3. Синдром хронической усталости: совеременные представления об этиологии / А.Е. Пигарова, А.В. Плещева, Л.К. Дзеранова, Л.Я. Рожинская // Ожирение и метаболизм. – 2010. – № 3. – С. 8–13.

4. Michielsen H.J. Psychometric qualities of a brief self-rated fatigue measure: The Fatigue Assessment Scale (FAS) // J. Psychosom. Res. – 2003. – № 54. – P. 345–52.

5. Mc Kenzie R.M. Chronic fatigue syndrome // Adv Intern Med. – 1995. – P. 119–133.

Гигиеническая оценка факторов профессионального риска при производстве стеклотары

С.А. Захаров, Н.С. Анатольева

Территориальный отдел Управления Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Вологодской области в городе Череповце, Череповецком, Шекснинском, Кадуйском, Устюженском, Чагодощенском, Бабаевском районах, г. Череповец, Россия

Представлены результаты гигиенической оценки условий труда в производстве стеклотары. Условия труда в подразделениях основного производства стеклотары характеризуются рядом производственных факторов, оказывающих неблагоприятное влияние на состояние здоровья работников: повышенная запыленность, производственный шум, нагревающий и охлаждающий микроклимат, поступление в воздух рабочей зоны оксидов азота, оксидов углерода, паров масла, акролеина, формальдегида. Для снижения профессионального риска необходимо внедрение комплекса профилактических мероприятий.

Ключевые слова: условия труда, профессиональный риск, производство стеклотары.

Работа выполнена на базе одного из крупнейших в России производителя стеклотары ООО «Чагодощенский стеклозавод и К». Производство стеклотары наряду с общей принципиальной схемой варки стекла, использованием в ряде случаев тех же сырьевых материалов и оборудования имеет также ряд общих характеристик, специфичных для данной отрасли. Гигиенические условия труда в производстве стеклотары определяются организацией производственных процессов, используемым оборудованием, степенью автоматизации и механизации, что обусловливает спектр и интенсивность воздействия производственных факторов.

Цель работы – разработка профилактических мероприятий по снижению риска повреждения здоровья работающих на основе комплексной гигиенической оценки условий труда персонала, занятого производством стеклотары.

Материалы и методы. При выполнении работы использовался комплекс гигиенических, санитарно-химических методов исследований. Гигиеническая оценка факторов производственной среды включала измерение концентраций основных химических соединений и пыли, поступающих в воздух рабочей зоны; уровней производственного шума, общей вибрации и параметров микроклимата с привлечением специалистов филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Вологодской области», г. Череповец, а также использовались данные производственного контроля. Также были оценены показатели тяжести и напряженности трудовых процессов рабочих основных профессий и обследованы рабочие места. Оценка фактического состояния условий труда произведена путем сопоставления результатов измерений факторов производственной среды и трудового процесса с установленными для них гигиеническими нормативами. На базе таких сопоставлений и на основе действующей классификации условий труда определялся класс и степень вредности и (или) опасности как для каждого вредного и (или) опасного производ-

ственного фактора, так и для профессий работников. Выполнена оценка априорного профессионального риска согласно Р 2.2.1766–03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» [2].

Результаты и их обсуждение. К основному производству ООО «Чагодощенский стеклозавод и К» относятся составной цех, цех производства стекла.

Технологический процесс производства изделий из тарного стекла состоит из следующих стадий: прием и хранение сырья; приготовление шихты, стеклобоя; загрузка шихты и боя в стекловарочную печь; варка стекломассы; выработка стеклоизделий; упрочнение изделий; отжиг изделий в печах отжига; упаковка готовых изделий.

Исходным сырьем для варки стекла являются кварцевый песок, доменный шлак, сода кальцинированная, доломит (измельченный), карбонат кальция (мел), сульфат натрия, полевой шпат и стеклобой. Для окрашивания стекла в коричневый и зеленый цвета используются углеродсодержащий материал (антрацит), пигмент красного железоокисный и хромитовый наполнитель. Для обесцвечивания стекла применяются натриевая селитра, селен и окись кобальта.

Основными профессиями работников, занятых производством стеклотары, являются: дробильщики-размольщики, составщики шихты, грузчики, стекловары, операторы стеклоформующих машин, контролеры и машинисты расфасовочно-упаковочных машин.

Параметры микроклимата. Установлено, что в теплый и холодный периоды года измерению подлежали температура воздуха, скорость его движения, относительная влажность, ТНС-индекс и уровни теплоизлучения.

Анализ параметров микроклимата на рабочих местах составного цеха показал, что средние значения температуры воздуха в холодный период находились в интервале от 14 °С на рабочем месте грузчика до 22 °С на рабочем месте дробильщика-размольщика. В теплый период года средняя температура составляла от 19 °С на рабочем месте грузчика до 25 °С на рабочем месте составщика шихты. При этом в теплый период года на всех рабочих местах составного цеха данный фактор соответствовал гигиеническим нормам.

В цехе производства стекла (бутылок) температура воздуха была значительно выше и находилась в холодный период года в интервале от 22 °С на рабочем месте машиниста расфасовочно-упаковочных машин до 30 °С на рабочем месте оператора стеклоформующих машин. При этом на большинстве рабочих мест данный фактор превышал допустимую величину. В теплый период года температура воздуха имела аналогичные значения или незначительную тенденцию к увеличению на отдельных рабочих местах. Данное обстоятельство объясняется особенностями технологического процесса – наличие источников теплового облучения, в том числе нагретых до температуры более 600 °С (расплавленное стекло), а также расположением рабочих мест в одном цехе.

Уровни относительной влажности и скорости движения воздуха на всех рабочих местах как в холодный, так и в теплый периоды года находились в пределах оптимальных и допустимых значений.

Учитывая наличие нагревающего микроклимата был определен индекс тепловой нагрузки среды (ТНС), значения которого превышали нормативные величины на рабочих местах оператора стеклоформующих машин (цех производства стек-

ла) как в холодный, так и в теплый периоды года. В составном цехе микроклимат имел зависимость от температуры наружного воздуха, особенно на рабочем месте грузчика, и характеризовался для данной профессии в холодный период года как охлаждающий.

Эквивалентные уровни звука определялись на рабочих местах составщика шихты и грузчика, которые по результатам измерений составили 82 и 84 дБА соответственно, что на 2–4 дБА превышало допустимую величину. В цехе производства стекла эквивалентные уровни звука также на большинстве рабочих мест превышали допустимую величину, причем наиболее высокие значения имели место у оператора стеклоформующих машин, и составили 95,5 дБА при ПДУ (с учетом тяжести технологического процесса) 75 дБА (превышение на 20,5 дБА).

Источниками шума в ООО «Чагодощенский стеклозавод и К» являются технологические агрегаты, в основном стеклоформующее оборудование и конвейеры. Высокие уровни данного фактора на большинстве рабочих мест связаны с недостаточной шумоизоляцией технологических агрегатов, а также расположением всего оборудования в одном помещении, обусловленном особенностями технологического процесса.

Эквивалентные уровни виброускорения (вибрация общая технологическая) на всех рабочих местах не превышали допустимых величин, что позволяет оценить условия труда по данному фактору как допустимые.

Уровни искусственной освещенности в составном цехе на рабочих местах дробильщика-размольщика, грузчика и в цехе производства стекла на рабочих местах оператора стеклоформующих машин были ниже нормативных величин.

Вредные вещества в воздухе рабочей зоны. В составном цехе при технологических процессах приготовления стекольной шихты в воздух рабочей зоны персонала поступает аэрозоль диоксида кремния кристаллического с содержанием последнего свыше 70 %. При этом на всех обследованных рабочих местах отмечено превышение среднесменной ПДК данного соединения от 1,2 раза на рабочем месте составщика шихты до 3 раз на рабочем месте грузчика.

В цехе производства стекла содержание кремния диоксида аморфного и стеклообразного в виде аэрозоля дезинтеграции в воздухе рабочих зон персонала не превышало допустимой концентрации.

Вместе с этим в воздушную среду цеха выработки бутылок возможно поступление вредных химических веществ: оксидов азота, оксида углерода при сжигании природного газа в стекловаренных печах и печах отжига, а также диоксида серы, поступление в воздух рабочей зоны паров масла, акролеина в результате сгорания смазки форм стеклоформующих машин. По данным лабораторных исследований их концентрации не превышали ПДК [1].

В качестве упрочняющего покрытия для бутылок используется н-бутилтрихлорид олова, который окисляется при распылении и разлагается с образованием двуокиси олова и гидрохлорида. Двуокись олова оседает в виде тончайшей пленки на поверхности стеклоизделий. Процесс автоматизирован, проходит в закрытом оборудовании, постоянные рабочие места отсутствуют. По данным лабораторных исследований концентрации гидрохлорида у аппарата нанесения упрочняющего покрытия были ниже порога обнаружения.

Упаковка стеклотары производится в пакет-поддон механизированным способом, а также с применением ручного труда, с дальнейшей его упаковкой в термоуса-

дочную пленку на линии упаковки стеклотары. При технологическом процессе упаковки бутылки в термоусадочную пленку в воздух рабочей зоны машиниста расфасовочно-упаковочных машин выделяется формальдегид, в том числе наблюдаются периодические превышения ПДК до 1,3 раза (в результате термодеструкции полиэтилена при нагреве).

Тяжесть трудового процесса работников в целом соответствовала допустимым значениям, за исключением грузчика, машиниста расфасовочно-упаковочных машин и оператора стеклоформующих машин, у которых она была отнесена к 3-му классу 1-й степени. Напряженность трудового процесса лиц всех изученных профессий соответствовала 2-му классу – допустимым условиям труда [4].

Выводы. Проведенные исследования показали, что в ООО «Чагодощенский стеклозавод и К» из 716 работников были заняты в условиях, не отвечающих гигиеническим нормативам по уровню шума, работающих в условиях превышения ПДК в воздухе рабочей зоны вредных химических веществ и аэрозолей преимущественно фиброгенного типа действия – 404 человека (56 %); из 294 работающих женщин были заняты в условиях, не отвечающих гигиеническим нормативам, 152 (51,7 %).

В соответствии с Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» [3] на всех изученных рабочих местах производственного персонала основных цехов (составной и цех производства бутылки) условия труда были отнесены 3-му классу (вредным) на основании превышения ПДК и ПДУ факторов производственной среды и трудового процесса. К оптимальным и допустимым условиям труда были отнесены условия труда работников административно-управленческого аппарата.

В цехе производства стекла (бутылок) из 53 рабочих мест на 50 местах (94,3 %) условия труда отнесены к вредным с количеством работающих 193 человека.

В составном цехе из 28 рабочих мест на 27 (96,4 %) условия труда отнесены к вредным с количеством работающих 106 человек.

На основании превышения только одного фактора – производственного шума – 3-й класс 1-й степени вредных условий труда был установлен лишь для рабочих мест контролера стекольного производства. В основном имело место суммирование классов условий труда по нескольким факторам, что свидетельствует об их комплексном и сочетанном влиянии на организм работающих. При этом наиболее неблагоприятные условия труда установлены на рабочем месте оператора стеклоформующих машин, где итоговая оценка соответствовала 4-й степени вредных условий труда.

Ведущими неблагоприятными факторами производственной среды являются: нагревающий микроклимат на большинстве рабочих мест в цехе производства стекла (бутылок), охлаждающий микроклимат на рабочем месте грузчика, интенсивный производственный шум, превышающий гигиенические нормативы до 20,5 дБА; наличие в воздухе рабочей зоны химических веществ и пыли.

Априорный профессиональный риск работников варьируется, согласно «Руководству по оценке профессионального риска для здоровья работников» (Р 2.2.1766-03), от очень высокого до малого.

Таким образом, выполненное исследование показало, что практически на всех рабочих местах основных цехов производства стеклотары требуются меры по снижению профессионального риска; также данные исследования дают возмож-

ность дифференцированно решать вопросы оптимизации условий труда в различных технологических группах и профессиях.

Результаты проведенной работы были использованы при проведении плановой проверки в отношении ООО «Чагодощенский стеклозавод и К». С целью выполнения выданного предписания разработана и внедрена система профилактических мероприятий по предупреждению профессиональных заболеваний и снижению риска нарушений здоровья работающих.

В настоящий момент реализованы следующие мероприятия:

♦ на рабочем месте оператора стеклоформующих машин оборудован дистанционный пульт управления шумоизоляцией и кондиционированием воздуха (защита временем), что позволяет снизить неблагоприятное воздействие производственного шума и нагревающего микроклимата;

♦ обеспечена выдача средств индивидуальной защиты и усилен контроль за их обязательным применением;

♦ установлен звукопоглощающий щит в районе стеклоформирующего оборудования;

♦ проведена ревизия и увеличена производительность систем воздушного душирования на рабочих местах у стеклоформующих машин;

♦ комната отдыха оборудована шумоизоляцией и кондиционированием воздуха;

♦ увеличено время регламентированных перерывов на отдых.

С целью минимизации поступления в воздух рабочей зоны машиниста расфасовочно-упаковочных машин формальдегида внесены изменения в программное обеспечение технологического оборудования, что обеспечило недопущение перегрева пленки. По данным производственного контроля в настоящее время концентраций формальдегида в воздухе рабочей зоны машиниста не обнаруживаются.

Выполненные мероприятия позволили снизить категории риска в цехе производства стекла (бутылок) на рабочем месте оператора стеклоформующих машин с очень высокого до высокого, на остальных рабочих местах – до среднего и малого.

Список литературы

1. ГН 2.2.5.3532-18. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/557235236 (дата обращения: 25.05.2018).

2. Р 2.2.1766–03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки: руководство. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 24 с.

3. Р 2.2.2006-05. 2.2. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_85537/ (дата обращения: 25.05.2018).

4. СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/420362948 (дата обращения: 25.05.2018).

Особенности развития гепатобилиарной патологии у лиц, работающих в условиях воздействия химических производственных факторов

М.Т. Зенина[1], Е.М. Власова[1,2]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
[2]ФГКВОУ ВО «Пермский военный институт войск Национальной гвардии Российской Федерации»,
г. Пермь, Россия

Проведен сравнительный анализ состояния гепатобилиарной системы у лиц, работающих в условиях воздействия производственных химических факторов. Установлено, что у работников, контактирующих с химическими веществами, обладающими гепатотоксичностью, повышается риск формирования хронических заболеваний гепатобилиарного тракта с развитием хронического токсического гепатита. Установлено статистически достоверное ($p < 0,05$) превышение количества биопроб (кровь, моча) с идентификацией изучаемых химических соединений в группе наблюдения, в отличие от группы сравнения. У 20 % работников группы наблюдения отмечалось превышение в крови формальдегида (0,033 ± 0,008 мкг/л, $p < 0,05$), у 37,5 % – бензола (0,005 ± 0,002 мкг/л), а у 82,1 % – метилового спирта (0,9 ± 0,11 мкг/л, $p < 0,05$). У 94 % работников, подвергающихся воздействию химических токсикантов, наблюдалось превышение в моче ацетальдегида (0,205 ± 0,02 мкг/л, $p < 0,05$), у 91,7 % – формальдегида (0,0151 ± 0,003 мкг/л, $p < 0,05$), у 77,8 % – бензола (0,0097 ± 0,004 мкг/л, $p < 0,05$), у 85 % – этилового спирта (1,21 ± 0,65 мкг/л, $p < 0,05$). Обращало на себя внимание повышение γ-ГТП у 33 % работников, подвергающихся воздействию химических веществ, против 28 % работников, не контактирующих с химическими токсикантами. Средняя концентрация γ-ГТП в сыворотке крови обеих групп составила 51,07 ± 10,2 и 33,8 ± 13,0 Ед/л ($p < 0,05$) соответственно. Подтверждена связь между повышенным уровнем в крови этилбензола, толуола, о-ксилола и вероятностью повышения активности АЛТ и АСТ (R^2 = 0,64–0,89, F = 273,16–1132,99, p = 0,000).

Ключевые слова: химические производственные факторы, токсический гепатит, гепатобилиарная система.

Наибольшее число профессиональных заболеваний регистрируется на предприятиях ведущих отраслей промышленности: угольной, металлургической и химической [9]. Особенность современного химического производства – наличие в воздухе рабочей зоны сложного комплекса вредных веществ 1–4-го классов опасности, их сочетание с физическими факторами и неблагоприятным микроклиматом [1, 2, 4, 6, 8]. Условия труда в основных профессиях производств с учетом сочетанного действия производственных факторов соответствуют 2–4-й степени вредности 3-го класса условий труда. Химические вещества, независимо от своей структуры, путей поступления и места приложения в организме, могут вызвать поражение печени. Одни из них (так называемые гепатотропные яды) обладают особым сродством к ткани печени и оказывают специфический гепатотропный эффект при экспозиции даже в незначительных дозах [3–7, 12]. Другие токсические вещества, не

имея тропизма к печеночной ткани, тем не менее повреждают печень, нарушая те или иные ее функции за счет общетоксического действия. Кроме того, огромный поток химических веществ, а также длительное напряжение защитных биотрансформационных механизмов печени с течением времени создает благоприятную почву для срыва компенсаторно-приспособительных процессов в печени и развития в ней патологических изменений. Среди работающего контингента растет доля производственно-обусловленных заболеваний [9]. Большему риску подвергаются лица, постоянно контактирующие с химическими вредными соединениями [3–7, 12]. По данным научной литературы, хронические поражения печени, в частности химической этиологии, в структуре общей заболеваемости и смертности увеличиваются. Согласно данным ВОЗ, частота токсических поражений печени с 1960 г. увеличилась в мире в 6–8 раз.

Цель настоящего исследования – изучение особенностей развития гепатобилиарной патологии у лиц, осуществляющих трудовую деятельность в условиях воздействия химических производственных факторов.

Материалы и методы. Специалистами территориального ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» выполнена гигиеническая оценка условий труда по результатам аттестации рабочих мест, производственного контроля, натурных исследований по определению содержания химических соединений (ксенобиотиков), обладающих гепатотоксичным действием в воздухе рабочей зоны.

Для объективной оценки влияния химических факторов на формирование нарушений соматического здоровья все обследованные лица были разделены на две группы. В группу наблюдения были включены 92 работника (81 мужчина и 9 женщин), подвергающихся воздействию химических веществ, обладающих гепатотоксичностью. Средний возраст – 46,7 ± 5,6 г., средний стаж – 12,5 ± 3,7 г. Группу сравнения составили 50 человек (40 мужчин, 10 женщин), не подвергающихся воздействию химических веществ, инженерно-технических специальностей, средний возраст – 44,2 ± 4,8 г., средний стаж – 11,7 ± 3,2 г. Основными критериями отбора, предъявляемыми к группе сравнения, являлись: отсутствие изучаемых вредных факторов производственной среды; отсутствие факторов, которые могут вызвать схожие ответы с изучаемыми; однородный состав по полу, возрасту и стажу.

Клинико-функциональное и лабораторное обследование работников проводилось по специально разработанной программе, максимально учитывающей перечень возможных факторов риска и ориентированной на углубленное обследование морфофункционального состояния органов и систем, являющихся мишенями для внешнесредовых факторов.

В соответствии с задачами исследования программа углубленного клинико-функционального и лабораторного обследования работников включала:

– *полное общеклиническое обследование* пациента терапевтом и гастроэнтерологом по стандартным клиническим методикам;

– *химико-токсикологическое исследование:* исследования содержания уровней ароматических углеводородов (бензол, толуол, этилбензол, о-, м-, п-ксилол), спирты, формальдегид в крови работающих с химическими веществами;

– *целенаправленное лабораторное обследование:* общеклинические, биохимические, иммунологические методы исследования;

– *инструментальное обследование:* ультразвуковое исследование органов брюшной полости.

Программа исследований была одобрена этическим комитетом ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (протокол № 1, 2017 г.). Комплекс медико-биологических исследований проводился с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации (1983) и Национальном стандарте РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP). Для проведения клинико-функциональных и лабораторных исследований у всех пациентов было получено предварительное добровольное информированное согласие. Клинические диагнозы устанавливались на основании результатов проведенного комплексного клинико-функционального и лабораторного обследования в соответствии с действующими протоколами, стандартами, рекомендациями и алгоритмами клинической диагностики.

Математическая обработка осуществлялась с помощью непараметрических методов статистики с построением и анализа двумерных таблиц сопряженности, метода однофакторного дисперсионного анализа, методов линейного и нелинейного регрессионного анализа. Для оценки достоверности полученных результатов использовали критерий Фишера (оценка адекватности моделей), критерий Стьюдента (сравнение групп по количественным признакам). Сравнительную оценку вероятностной взаимосвязи между признаками в группах оценивали по отношению шансов (*odd ratio – OR*) с анализом 95 %-ного доверительного интервала (*CI*). Различия полученных результатов считались статистически значимыми при $p < 0{,}05$. Методики расчета и оценки риска развития производственно-обусловленной и профессиональной патологии определены руководством «Профессиональный риск для здоровья работников» [10, 11].

Результаты и их обсуждение. Анализ аттестации рабочих мест работников исследуемой группы показал, что согласно Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» 98 % рабочих мест соответствовало классу труда «вредный» (3.1; 3.2 и 3.3), в группе сравнения класс условий труда соответствовал «допустимому» (2).

Основными вредными факторами в химическом производстве, превышающими допустимые уровни, являлись ароматические углеводороды, спирты, формальдегид.

Выполнение технологических операций сопровождалось выделением в воздух химических веществ, преобладающее значение имели углеводороды алифатические предельные $C_{1–10}$ (в пересчете на С), уровни которых превышали гигиенические нормативы, концентрации достигали 1792,8 мг/м^3. В процессе исследования определялись показатели контаминации биосред.

На основании данных о преимущественном поражении гепатобилиарной системы при контакте с химическими веществами проведено обследование, направленное на диагностику состояния гепатобилиарного тракта у данной категории работников.

В результате проведенных обследований работающих при контакте с химическими гепатотоксичными веществами установлено статистически достоверное ($p < 0{,}05$) превышение количества биопроб (кровь, моча) с идентификацией изучаемых химических соединений в группе наблюдения, в отличие от группы сравнения. У 20 % работников группы наблюдения отмечалось превышение в крови формальдегида (0,033 ± 0,008 мкг/л, $p < 0{,}05$), у 37,5 % – бензола (0,005 ± 0,002 мкг/л),

а у 82,1 % – метилового спирта (0,9 ± 0,11 мкг/л, $p < 0,05$). У 94 % работников, подвергающихся воздействию химических токсикантов, наблюдалось превышение в моче ацетальдегида (0,205 ± 0,02 мкг/л, $p < 0,05$), у 91,7 % – формальдегида (0,0151 ± 0,003 мкг/л, $p < 0,05$), у 77,8 % – бензола (0,0097 ± 0,004 мкг/л, $p < 0,05$), у 85 % – этилового спирта (1,21 ± 0,65 мкг/л, $p < 0,05$).

Проведена оценка связи условий труда с состоянием здоровья работающих. Выявлена высокая степень связи нарушений здоровья с работой по лабораторным данным (54 %, *OR*–3,08; *CI*–1,3–7,5) и средняя связь по клинико-инструментальным параметрам (46,67 %, *OR*–4,5; *CI*–2,13–9,51).

Жалобы на периодические ноющие боли и/или тяжесть в правом подреберье отмечали 32 % пациента группы наблюдения и 15 % группы сравнения. Диспепсический синдром, характеризующийся наличием сухости и горечи в ротовой полости, тошнотой, снижением аппетита, иногда изжогой, метеоризмом, склонность к запорам, отмечался в 58 % случаев в группе наблюдения и в 33 % в группе сравнения; астеновегетативный синдром с преобладанием слабости и быстрой утомляемости, нарушений сна – у 40 % обследованных в группе наблюдения и у 15 % в группе сравнения.

Изменение цвета склер и кожных покровов в сравниваемых группах не наблюдалось. «Малые» печеночные знаки (сосудистые «звездочки» в области лица, спины, плечевого пояса, паукообразные расширения мелких кожных сосудов (больше на коже плечевого пояса), ладонная эритема) были обнаружены у 15 работающих из группы наблюдения и у 3 в группе сравнения. Увеличение печени при пальпации отмечалось у 20 % работников в группе наблюдения и у 5 % в группе сравнения.

При оценке результатов исследований общего анализа крови, а также коагулограммы у работников обеих групп не было выявлено статистически достоверных изменений гематологических показателей. В связи с этим можно сделать вывод, что на ранних стадиях повреждения печеночной ткани, когда функция гепатоцитов сохранена, декомпенсации системы кроветворения не происходит.

В биохимическом анализе крови выявлен ряд особенностей. Средние показатели активности цитолитических процессов в организме работающих находились в пределах нормальных значений (АЛТ – 30,71 ± 3,9 и 18,25 ± 4,09 Ед/л, АСТ – 28,41 ± 2,85 и 25,79 ± 6,1 Ед/л соответственно). Лишь у 20 % работников, контактирующих с химическими веществами, отмечалось повышение показателя АЛТ и у 18 % – АСТ против 4 % в группе сравнения. Однако наблюдалась статистически достоверная тенденция к увеличению АЛТ в группе наблюдения по отношению к группе сравнения ($p < 0,05$). Установлена достоверная связь между повышенным уровнем в крови этилбензола, толуола, о-ксилола и вероятностью повышения активности АЛТ и АСТ (R^2 = 0,64–0,89, F = 273,16–1132,99, p = 0,000). Обращало на себя внимание повышение γ-ГТП у 33 % работников, подвергающихся воздействию химических веществ, против 28 % работников, не контактирующих с химическими токсикантами. Средняя концентрация γ-ГТП в сыворотке крови обеих групп составила 51,07 ± 10,2 и 33,8 ± 13,0 Ед/л ($p < 0,05$) соответственно. Показатели активности щелочной фосфатазы также находились в пределах нормативных значений, однако наблюдалась тенденция к увеличению значений в группе наблюдения (100,64 ± 6,44 против 89,04 ± 15,7 Ед/л, $p > 0,05$).

При оценке белоксинтезирующей функции печени снижения альбуминов не выявлено. У 67,6 % рабочих группы наблюдения отмечалось повышение бета-глобулинов и у 70,3 % рабочих – повышение гамма-глобулинов ($p < 0,05$).

Гиперлипидемия и дислипидемия верифицированы у 61 % обследованных из группы наблюдения, в то время как у лиц без идентификации в крови химических веществ нарушения липидного обмена установлены только в 9,0 % случаев ($p < 0,05$). Дислипидемия у лиц группы наблюдения характеризовалась преимущественным увеличением общего холестерина (5,5 ± 0,3 ммоль/л, $p = 0,05$) в 60,5 % случаев, гипертриглицеридемией (1,9 ± 0,33 ммоль/л, $p = 0,05$) в 39,8 %, снижением липопротеидов высокой плотности (1,32 ± 0,11 ммоль/л, $p < 0,05$) в 71,4 %. Межгрупповые различия были статистически достоверны ($p = 0,01–0,001$).

Анализ показателей, характеризующих активность окислительных процессов в организме, свидетельствовал об усилении перекисного окисления липидов (ПОЛ). Уровень гидроперекиси липидов в сыворотке крови обследованных группы наблюдения в среднем составил 467,79 ± 90,5 мкмоль/см^3, что достоверно превышало физиологическую норму (кратность превышения составила 1,4 раза, $p = 0,02$) и показатель у рабочих группы сравнения ($p = 0,03$). Уровень малонового диальдегида повышался в 1,3 раза относительно физиологической нормы (3,33 ± 0,2 мкмоль/см^3, $p < 0,05$). При этом установлены достоверные связи между содержанием гидроперекиси липидов в сыворотке крови и концентрацией *о*-ксилола, этилбензола ($R^2 = 0,21–0,55$, $38,19 \leq F \leq 181,53$, $p = 0,001$), уровнем МДА и толуола, этилбензола ($R^2 = 0,05–0,21$, $F = 7,87–40,95$, $p = 0,000–0,006$). У 68,7 % лиц группы наблюдения зарегистрировано истощение ресурсов антиоксидантной защиты в организме, что практически в два раза превышает аналогичный показатель в группе сравнения – 35 % ($p = 0,05$).

Исследование иммунологического статуса выявило нарушение фагоцитарного звена иммунитета у работающих в условиях воздействия химических веществ. Отмечено снижение абсолютного фагоцитоза и процента фагоцитоза ((1,86 ± 0,3)10^9/дм^3 и 44,8 ± 3,9 %) у 25 % в группе наблюдения и у 15 % в группе сравнения ((1,75 ± 0,5)10^9/дм^3 и 50,15 ± 8,8 %).

Использование методического приема оценки отношения шансов изменения иммунологических тестов при возрастании концентрации контаминантов в биологических средах позволило установить достоверное ($p < 0,05$) понижение абсолютного и относительного фагоцитоза, фагоцитарного числа и фагоцитарного индекса при увеличении концентрации бензола, толуола, о-ксилола и этилбензола в крови. Изменение содержания сывороточных иммуноглобулинов A, M и G сопровождалось преимущественной гиперпродукцией IgA (86 %) и дефицитом IgM (76,7 %), IgG (72,1 %) в группе наблюдения и 76,9; 61,5 и 38,5 % в группе сравнения соответственно. Кроме того у 59,5 % рабочих группы наблюдения выявлено повышение уровня общей сенсибилизации (содержание IgE общего – 208,77 ± 50,9 МЕ/мл; $p < 0,05$). Достоверно увеличивается шанс возрастания IgE общего при повышении концентрации бензола – $r^2 = 0,09$ при $p < 0,05$.

Сравнительный анализ абсолютных размеров печени у работающих в условиях воздействия вредных производственных факторов показал достоверное увеличение, в отличие от контрольной группы, среднегрупповых значений линейных размеров печени: среднегрупповое значение правой – 180,2 ± 9,3 и 148,2 ± 8,9 мм ($p < 0,05$), левой – 84,1 ± 2,9 и 70,6 ± 8,9 мм ($p < 0,05$) и хвостатой доли печени – 31,7 ± 0,5 и 29,1 ± 1,4 % ($p < 0,05$). Изменение морфологической структуры печени в виде повышения эхоструктуры органа у пациентов группы наблюдения идентифицируется в 57 % случаев, в группе сравнения – в 20 %. Выявленный признак, вероятнее всего, свидетельствовал о развитии жирового гепатоза у лиц, работаю-

щих в условиях воздействия химических веществ. При ультразвуковом исследовании увеличение печени отмечено при индексе массы тела (ИМ) 30,36 ± 2,47 у 33,8 % работников в группе наблюдения, у 13,1 % в группе сравнения – при ИМ 37,2 ± 3,55 (p = 0,02). В группе наблюдения у 40 пациентов были выявлены изменения со стороны желчного пузыря (конкременты – у 4, сладж – у 20, перегибы в области тела пузыря – у 6, холестероз – у 10), утолщение стенки желчного пузыря более 2,1 мм встречалось у 30 % работников группы наблюдения и у 5 % в группе сравнения.

Результаты проведенных исследований позволили выделить основные звенья патогенеза:

1. Воздействие химических веществ вызывает дисбаланс окислительно-восстановительных процессов вследствие повреждения клеточных мембран. Накопление перекисных продуктов, наряду с повреждением структуры и функции гепатоцитов, способствует нарушениям и в системе фагоцитоза, при этом страдает как саморегулирующая, так и регуляторная функция защитного барьера, формируемого фагоцитами.

2. Химические гепатотоксичные вещества повышают активность окислительных процессов в организме с последующим истощением функционального состояния системы антиоксидантной защиты; способствуют формированию гиперхолестеринемии и гипертриглицеридемии с повышением литогенности желчи, в свою очередь наличие литогенной желчи, а также абсорбция ее компонентов слизистой оболочкой желчного пузыря приводят к развитию холестероза.

3. Повышение содержания холестерина влечет за собой повышение литогенности желчи и уменьшение ее концентрационной способности, а при наличии нарушения сократительной функции желчного пузыря с формированием сладжа может способствовать развитию желчнокаменной болезни.

4. Дискинетические нарушения желчевыводящей системы, развивающиеся при физических и нервно-психических перегрузках, становятся пусковым моментом функциональных нарушений, вследствие чего, в силу анатомических особенностей органа, развивается застой желчи, влекущий за собой нарушение кровоснабжения абдоминальной области. Воспалительные изменения в желчном пузыре и желчных путях приводят к дальнейшему прогрессированию циркуляторных нарушений и усилению застойных явлений в печени.

5. Изменения кровообращения в печени, возникающие вторично на фоне дискинезии, имеют превалирующее значение при формировании печеночно-болевого синдрома [12].

Выводы:

1. Химические токсиканты оказывают негативное влияние на состояние здоровья гепатобилиарного тракта. Выраженная клиническая и лабораторно-диагностическая картина развивается лишь при длительном и глубоком повреждении печеночной клетки; наблюдается латентный период.

2. Нарушения функции печени приводят к серьезной дискоординации практически всех метаболических путей в организме, снижается функциональная активность других органов и систем, с существенным уменьшением, в конечном итоге, работоспособности (астеновегетативный синдром).

3. На рабочих местах с высоким уровнем содержания в воздухе рабочей зоны химических веществ гепатотропного действия с целью снижения заболеваемости

работников хроническим гепатитом целесообразно проводить диспансерное наблюдение с использованием профилактических курсов, направленных на предупреждение или купирование общетоксического патологического воздействия химических веществ на организм работающих.

Список литературы

1. Валеева Э.Т. Научное обоснование системы охраны здоровья работников химической промышленности на основе оценки профессионального риска: автореф. дис. … д-ра мед. наук. – М.: Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожной гигиены Роспотребнадзора, 2013. – 48 с.

2. Варшамов Л.А., Безрукова Г.А., Спирин В.Ф. Влияние производственного контакта с хлористым метиленом на аутоиммунную толерантность работников химического предприятия // Фундаментальные исследования. – 2010. – № 11. – С. 27–33.

3. Власова Е.М., Долгих О.В., Шевчук В.В. Лаборатория диагностика патологии печени у работающих в условиях экспозиции химических веществ // Международный медицинский журнал. – 2015. – № 4. – 92–92.

4. Иванов А.А. Влияние химических факторов нефтеперерабатывающего предприятия и напряженности трудового процесса на показатели состояния здоровья персонала: автореф. дис. … канд. мед. наук. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет, 2008. – 22 с.

5. Косарев В.В., Бобанов В.А. Токсические (токсико-аллергические) гепатиты // Consilium medicum. Гастроэнтерология. – 2009. – № 2. – С. 29–30.

6. Куценко С.А., Основы токсикологии. – СПб.: Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, 2002. – 395 с.

7. Ложкин И.Д. Техногенные поллютанты в развитии заболеваний желудочно-кишечного тракта: профилактическая роль природных антиоксидантов // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2007. – № 6. – С. 71–73.

8. Особенности профессиональных заболеваний и интоксикаций у работников современных нефтехимических и химических производств / Э.Т. Валеева, А.Б. Бакиров, Л.К. Каримова, Р.Р. Галимова // Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения РАМН. – 2009. – № 1 (65). – С. 59–63.

9. Отарбаева М.Б., Сакиев К.З., Гребенева О.В. Профессиональный риск – оценка и управление // Гигиена труда и медицинская экология. – 2016. – № 3 (52). – С. 19–30.

10. Профессиональный риск для здоровья работников / под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова. – М.: Тровант, 2003. – 448 с.

Профессиональный риск для здоровья работников: руководство / под ред. акад. РАМН Н.Ф. Измерова. – М.: Тровант, 2003. – 442 с.

12. Чернова В.М. Токсические поражения печени: современные взгляды и подходы к терапии // Острые и неотложные состояния в практике врача. – 2011. – № 2. – С. 26–30.

Оценка состояния легких у работников сварочного производства с использованием анализа изображений результатов компьютерной томографии

М.А. Землянова[1,2], А.М. Игнатова[1,2], М.Н. Игнатов[1]

[1]ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
[2] ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Представлены результаты исследования, показывающие, что донозологическая стадия профессиональной патологии сварщика поддается идентификации с помощью метода анализа изображений, полученных по результатам компьютерной томографии легких. Идентификация с привлечением метода анализа изображений включает в себя этап трехмерной реконструкции с последующим вычислением по ней численных параметров. Численными параметрами в исследовании приняты соотношение объема бронхиального дерева к объему легких и отношение площади поверхности бронхиального дерева к его объему. В работе предлагается использовать методику для дальнейшего поиска взаимосвязей показателей патологических изменений в легких с параметрами факторов экспозиции, а именно характеристиками сварочных аэрозолей. По результатам проведенных исследований предложена формула для прогнозирования развития профессиональной патологии сварщиков, которая требует дальнейшей верификации и уточнения величин коэффициентов.

Ключевые слова: компьютерная томография, профессиональные заболевания, ранняя диагностика, анализ изображений, легкие, дыхательная система, бронхиальное дерево, трехмерное моделирование, визуализация.

Сварочные работы сопряжены со многими вредными и опасными для здоровья факторами, включающими воздействие высоких температур, инфракрасного и УФ-излучений, а также сварочных аэрозолей, последние в значительной степени поражают дыхательную систему. Заболевания системы дыхания встречаются среди работников сварочного производства достаточно часто. Перечень профессиональных патологий сварщиков включает в себя такие заболевания, как фиброз и силикоз. Поражение легких развивается в течение 10–30 лет после начала трудовой деятельности, однако наступление болезни может происходить и в более ранние сроки. В современных исследованиях [8] отмечают, что несмотря на совершенствование СИЗ и промышленных вентиляционных систем, смертность среди сварщиков от легочных заболеваний возрастает. В работах [7, 9, 11] показана связь роста смертности с увеличением объемов сварочных работ с легированными сталями, в состав которых входят хром, никель и т.д. В настоящее время порядка 45 % сварщиков постоянно работают с легированными сталями по технологии ручной дуговой сварки, предполагающей наиболее высокий уровень экспозиции вредными факторами, в том числе сварочными аэрозолями. В связи с этим вопрос раннего выявления и предупреждения развития профессиональной патологии сварщиков в современных условиях не утрачивает актуальности.

Современные способы инструментальной диагностики позволяют выявлять дизрегуляторные процессы в организме человека на ранних стадиях [1, 6, 10]. Решение задач ранней диагностики легочных патологий может быть выполнено с применением физических методов исследований, таких как анализ изображений результатов компьютерной томографии (КТ). Накопленный опыт [7–9] указывает на то, что многие патологические изменения в легких при компьютерном томографировании ассоциируются не только с изменением адсорбирующей способностью тканей к поглощению излучения и, как следствие, с изменением интенсивности окрашенности получаемого изображения, но и с изменением объема легких и объема бронхиального дерева (нижних дыхательных путей).

Цель исследования – оценка возможности использования анализа изображений результатов компьютерной томографии для задач ранней диагностики заболеваний легких у работников сварочного производства.

В качестве объектов исследования использованы результаты компьютерного томографирования легких работников сварочного производства с начальной стадией легочной патологии (установлена клинически) и без нее (с получением информированного согласия и соблюдением конфиденциальности). При компьютерной томографии использовали режим с пониженной дозой облучения 0,2–0,3 мЗв (пиковое напряжение 100 кВп, ток в рентгеновской трубке 20–40 мА) с толщиной слоя съемки 0,5 см. Для извлечения графических данных о размерных характеристиках легких и их дальнейшего анализа применяли метод трехмерной реконструкции с помощью универсального программного обеспечения DICOM и ImageJ-FiJi.

При анализе изображений, полученных при выполнении КТ легких, на послойных изображениях были выделены зоны тканей легких и зоны участков бронхиального дерева, а затем по результатам обработки плоских послойных изображений были построены трехмерные модели (рис. 1). Результаты анализа трехмерной реконструкции КТ легких представлены в табл. 1. Объем легких и объем бронхиального дерева, указанные в табл. 1, не являются прямыми аналогами различных объемных показателей этапов дыхания, так как оценивают именно физические параметры, а не объем газа, заполняющего легкие при вдохе и выдохе.

Таблица 1

Результаты анализа трехмерной реконструкции КТ легких работников сварочного производства

Наличие патологии	Пол	Вес, кг	Рост, см	Объем легких, $см^3$	Объем бронхиального дерева, $см^3$	Площадь поверхности бронхиального дерева, $мм^2$	Число отдельных элементов в реконструкции, шт.	Среднее сечение бронхиального канала, мм
–	Ж	81	172	1736,2	111,48	350058,2	20468	5,42
+	Ж	53	163	1523,8	89,84	311872,5	19754	5,12

При сравнении полученных результатов установлено, что сами по себе анализируемые величины не иллюстрируют явных отличий, наиболее информативными являются их отношения. Так, отношение объема бронхиального дерева и объема легких при наличии патологии составило 0,058, а без патологии – 0,064; отношение площади поверхности бронхиального дерева к его объему при патологии составило – 0,21, без патологии – 0,23.

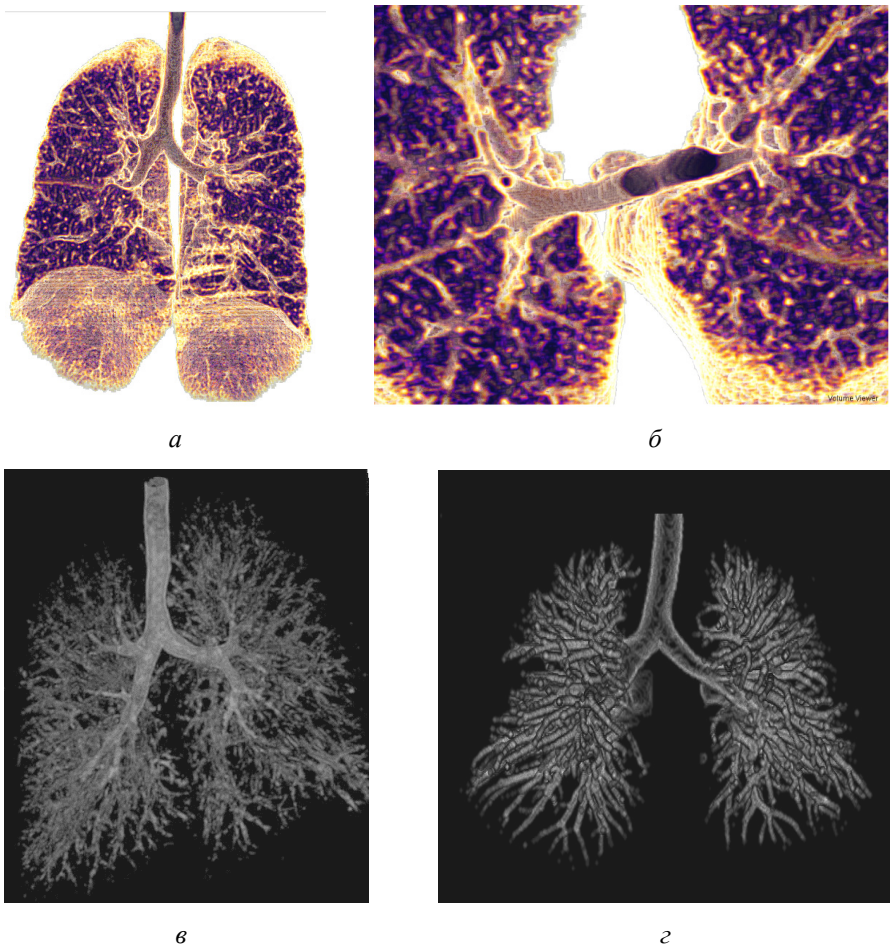


Рис. 1. Трехмерная реконструкция легких пациента по данным КТ:
а – легкие; *б* – разрез в области разветвления крупных бронхов;
в – бронхиальное дерево пациента без патологии легких;
г – бронхиальное дерево пациента с начальной патологией легких

Различия, установленные для показателей результатов оценки КТ при наличии патологии и без нее, показывают, что соотношения, рассмотренные выше, могут являться индикаторами патологических изменений. Однако не совсем ясным при оценке таких показателей является принцип прогнозирования развития профессиональной патологии. Имеются отдельные сведения о принципах создания моделей прогнозирования. Анализ публикаций [12, 13] указывает на необходимость использования при прогнозировании рисков развития патологии легких следующих групп показателей:

– индивидуальные особенности дыхательной системы работающего;

– время воздействие сварочных аэрозолей и уровень их концентрации в зоне дыхания работающего;

– параметры частиц сварочного аэрозоля.

Индивидуальные особенности строения легких и бронхиального дерева работающего теоретически влияют на скорость развития патологии, это значит в теории, что безопасный трудовой стаж для каждого имеет индивидуальную продолжительность. Спрогнозировать скорость развития патологии в зависимости от начальных параметров легких и бронхиального дерева работающего можно при достаточном популяционном исследовании. Однако когда речь идет о вычисление времени безопасного трудового стажа, подразумеваются периоды времени, измеряемые десятками лет. Исследования такой продолжительности являются проблемой, поэтому в качестве основы популяционных исследований могут стать модели с дискретным временем.

Такие методики предполагают разделение исследуемой популяции на группы работающих с различным стажем. В первый год исследований производится компьютерная томография легких и анкетирование, которое отражает наличие у пациентов вредных привычек, наследственной предрасположенность к заболеваниям легких, но, самое главное, особенности их профессиональной деятельности, а именно вид сварки, используемый на рабочем месте, характер работы, используемые материалы и т.д. На следующий год производится повторное обследование методом КТ. Результаты первого и второго года анализируются в совокупности. Результатом такого исследования будет являться кривая, отражающая изменение соотношений объема бронхиального дерева и объема легких; отношений площади поверхности бронхиального дерева к его объему в течение года для работников с разным трудовым стажем.

Время воздействия сварочных аэрозолей на человека зависит от вида технологического процесса, концентрации аэрозоля в рабочей зоне, интенсивности режимов и расстояния, на котором находится рабочий от источника аэрозоля. Для цехов сварочного характера могут быть построены определенные «карты концентрации», по которым можно определять зоны с разным уровнем воздействия аэрозоля на организм работников. Параметры частиц сварочного аэрозоля, как показала практика измерений, в значительной степени зависят от типов покрытий.

Обширность параметров ставит задачу объединения их в формуле для прогноза развития заболеваний легких. На данном этапе исследования прогнозирование может быть осуществлено как вычисление изменений величин отношения объема бронхиального дерева и объема легких; отношение площади поверхности бронхиального дерева к его объему с помощью формул (1) и (2):

$$d\frac{V_1}{V_2} = \frac{V_{01}}{V_{02}}(K_z + K_p), \tag{1}$$

$$d\frac{v_1}{v_2} = \frac{v_{01}}{v_{02}}(K_z + K_p), \tag{2}$$

где $d\ (V_1/V_2)$ – прогнозируемое соотношение объема бронхиального дерева и объема легких, см^3;

(V_{01}/V_{02}) – начальное соотношение объема бронхиального дерева и объема легких на момент исследования, см^3;

$d\ (v_1/v_2)$ – прогнозируемое соотношение площади поверхности бронхиального дерева к его объему, см^3;

(V_{01}/V_{02}) – начальное соотношение площади поверхности бронхиального дерева к его объему на момент исследования, см^3;

K_z – коэффициент, учитывающий воздействие аэрозолей в зависимости от особенностей помещения и средств вентиляции;

K_p – коэффициент, отражающий особенности параметров частиц аэрозолей, воздействующих на работников.

В качестве элемента прогнозирования предлагается использовать параметры твердых частиц аэрозолей, которые являются основной причиной развития профессиональной патологии.

Данные фракционного анализа частиц сварочного аэрозоля с учетом их морфологии были проанализированы с точки зрения соотношения объема и площади поверхности сферических и несферических частиц для разных видов покрытий электродов [3–5], используемых при ручной дуговой сварке (табл. 2). Соотношение площадей поверхности сферических и несферических частиц к общей площади поверхности частиц аэрозоля наглядно демонстрирует, что вид покрытия в значительной степени влияет на параметры частиц.

Таблица 2

Параметры твердых частиц сварочного аэрозоля в пересчете на 1 г [1]

Вид покрытия	Общая площадь поверхности сферических частиц, мм^2 (S_1)	Общая площадь поверхности несферических частиц, мм^2 (S_2)	Суммарная площадь поверхности частиц, мм^2 (S_3)	S_1/S_3	S_2/S_3
Рутиловое	4,75	4,60	9,35	0,50	0,49
Основное	3,60	22,35	25,95	0,13	0,86
Кислое	3,73	8,18	11,91	0,31	0,68
Целлюлозное	3,35	16,59	19,94	0,16	0,83

В результате проведенного исследования установлено, что признаки начальной стадии развития дизрегуляторных нарушений у работников сварочного производства на донозологической стадии профессиональной патологии могут быть идентифицированы методом анализа изображений компьютерной томографии в результате построения трехмерной реконструкции и вычисления следующих параметров: соотношение объема бронхиального дерева и объема легких; отношение площади поверхности бронхиального дерева к его объему.

Для поиска взаимосвязи между показателями патологических изменений в легких сварщиков следует обратиться к анализу частиц сварочного аэрозоля. Результаты собственных исследований [2] показали, что такие параметры аэрозольных частиц, как общая площадь поверхности сферических частиц, общая площадь поверхности несферических частиц, суммарная площадь поверхности частиц отличаются для аэрозолей, образованных при сварке электродами с различными покрытиями.

Таким образом, предложен подход к оценке состояния легких у работников сварочного производства с использованием анализа изображений компьютерной томографии. Предложена формула для прогнозирования развития профессиональной патологии легких у сварщиков, которая требует дальнейшей верификации и уточнения величин коэффициентов.

Список литературы

1. Игнатова А.М. Алгоритм обработки изображений тонкослойной компьютерной томографии легких человека для создания трехмерной модели внешних контуров бронхиального дерева // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2017. – № 64. – С. 23–29.

2. Игнатова А.М., Верещагин В.И. Применение метода анализа изображений в исследовании и статистической оценке параметров частиц твердой составляющей сварочных аэрозолей силикатного и оксидного состава // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. – 2017. – Т. 19, № 1. – С. 41–57.

3. Определение морфометрических характеристик микродисперсной системы оксида алюминия методом анализа изображений / А.М. Игнатова, М.А. Землянова, М.С. Степанко, М.Н. Игнатов [и др.] // Программные системы и вычислительные методы. – 2017. – № 3. – С. 70–85.

4. Оценка аэрозолеобразующих компонентов минерального сырья Пермского края для производства электродных покрытий / Д.А. Кузнецов, А.С. Смолина, Ю.В. Раков, М.Н. Игнатов // Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение. – 2014. – Т. 16, № 2. – С. 67–80.

5. Разработка способа определения концентрации пыли и сварочного аэрозоля на производстве с помощью точечного источника ультрафиолета / Ю.В. Раков, А.С. Смолина, М.Н. Игнатов [и др.] // Masters Journal. – 2017. – № 1. – С. 56–60.

6. 3D airway tree reconstruction in healthy subjects and emphysema / C. Salito, L. Barazzetti, J.C. Woods, A. Aliverti // Lung. – 2011. – Vol. 189. – № 4. – P. 287–293.

7. Automatic 3d segmentation of human airway tree in ct image / C. Zhu, S. Qi, H. van Triest, S. Wang, Y., Kang Y. Yong // In: BMEI 3rd international conference on biomedical engineering and informatics, 2010. – P. 132–136.

8. Finiteelement 3D reconstruction of the pulmonary acinus imaged by synchrotron X-ray tomography / A. Tsuda, N. Filipovic, D. Haberthur, R. Dickie, Y. Matsui, M. Stampanoni, J.C. Schittny // J. Appl Physiol. – 2008. – № 105. – P. 964–976.

9. Image-Based Modeling of Lung Structure and Function (PDF Download Available) [Электронный ресурс]. – URL: https: //www.researchgate.net /publication/49633483_Image-Based_Modeling_of_Lung_Structure_and_Function (дата обращения: 10.07.2017).

10. Irving B., Taylor P., Todd-Pokropek A. 3D segmentation of the airway tree using a morphology based method // In: Proceedings of 2nd international workshop on pulmonary image analysis. – 2009. – P. 297–07.

11. MGRG-morphological gradient based 3D region growing algorithm for airway tree segmentation in image guided intervention therapy / D. Gao, X. Gao, C. Ni, T. Zhang // In: International symposium on bioelectronics and bioinformatics, 2011. – P. 76–79.

12. Pietzsch T., Saalfeld S., Preibisch S. BigDataViewer: visualization and processing for large image data sets // Nature Methods. – 2015. – Vol. 12 (6). – P. 481–483.

13. Schmid B., Schindelin J., Cardona A. A high-level 3D visualization API for Java and ImageJ // BMC Bioinformatics. – 2010. – Vol. 11 (1). – P. 14–18.

Подходы к параметризации твердых составляющих сварочных аэрозолей для идентификации профессиональных рисков

М.А. Землянова[1,2], А.М. Игнатова[1,2], М.Н. Игнатов[1]

[1]ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
[2] ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Твердые частицы сварочных аэрозолей отличаются широким размерным диапазоном и морфологическим разнообразием. Частицы сварочного аэрозоля могут иметь сферическую, осколочную, волокнистую и смешанную форму (кластеры). Сферические частицы имеют сложную внутреннюю конфигурацию, они могут быть пористыми, пустотелыми, содержать внутренние образования и т.д. Сложная морфология аэрозольных частиц приводит к увеличению их фактора дисперсности и повышает возможность последовательного осаждения опасных и токсичных соединений на поверхность частиц и дальнейшей транспортировки этих веществ вместе с частицей в дыхательные пути работающего. В работе предлагается для параметризации состояния поверхности частиц использовать описание элементов текстуры поверхности. Идентификация параметров твердых составляющих сварочных аэрозолей для оценки профессиональных рисков сварщиков и представителей смежных профессий должна учитывать пространственно-временные показатели изменения концентрации твердых частиц сварочного аэрозоля в воздухе рабочей зоны с учетом фракционного, морфологического и химического состава, с привлечением оценки состояния поверхности частиц методами анализа изображений. Отбор проб для параметризации может быть произведен с помощью углеродного скотча с применением различных модификаций данного метода, включая перфорированный скотч и магнит, что позволит повысить точность определения морфологических характеристик частиц.

Ключевые слова: профессиональные риски, сварочные аэрозоли, твердые частицы, параметры частиц, анализ изображений.

Сварочные аэрозоли являются комплексным фактором профессионального риска, так как содержат различные по фазовому состоянию компоненты: газовую и твердую составляющую. Газовая составляющая успешно поддается идентификации и нейтрализуется до значений ниже референтных. Идентификация твердых частиц сварочного аэрозоля проводится, как правило, по среднесуточным показателям PM_{10} и $PM_{2.5}$ [9], при этом их химический, морфологический и фракционный состав в целом не является обязательным при оценке действия данного фактора на организм работающих.

Экспозиции твердыми частицами сварочного аэрозоля подвергаются не только сварщики, как доказано в работе [1], но и персонал на соседних рабочих местах, а также персонал, присутствующий в производственном помещении после проведения сварочных работ в течение определенного промежутка времени [4]. Множественность характеристик сварочных составляющих, которые могут повли-

ять на оценку профессиональных рисков, указывает на актуальность проблемы параметризации твердых составляющих сварочных аэрозолей.

Целью работы является разработка подходов к идентификации параметров твердых составляющих сварочных аэрозолей для их дальнейшего использования в сфере оценки профессиональных рисков сварщиков и вспомогательного персонала.

Для того чтобы определить принципы параметризации необходимо оценить твердые составляющие сварочных аэрозолей комплексно по данным известных и собственных исследований. В работах [6, 8] показано, что твердые частицы в составе сварочных аэрозолей обладают широким размерным диапазоном. Результаты собственных исследований позволяют утверждать, что диапазон размера твердых частиц сварочных аэрозолей составляет от 10 нм до 80 мкм (80 000 нм) [7]. Фракционный состав аэрозолей, как показывает практика и ряд научных публикаций, зависит от параметров технологического процесса и используемых сварочных материалов [2], а значит, на рабочих местах варьируется в значительной степени.

Кроме широкого размерного диапазона, как показано в работе [7], разнообразием отличается и форма частиц, они могут иметь сферическую, осколочную, волокнистую и смешанную форму (кластеры). Сферические частицы, несмотря на малый размер, могут иметь сложную внутреннюю конфигурацию: могут быть пористыми, пустотелыми, содержать внутренние образования и т.д. Сложная морфология частиц приводит к увеличению фактора дисперсности (показателя, описывающего химическую стабильность и активность), что обеспечивает потенциальную возможность последовательного осаждения опасных и токсичных соединений на поверхность частиц и дальнейшей транспортировки этих веществ вместе с частицей в дыхательные пути работающего.

Более подробное [3] изучение морфологии частиц средствами машинной обработки изображений в программном пакете ImageJ-FiJi показало, что они обладают развитой поверхностью. Группа параметров, описывающих особенности поверхности частиц, являются значимыми, поскольку позволяют судить об их физических свойствах, а также о химической и биологической активности. В работе А.М. Игнатовой с соавт. [5] предлагается для параметризации состояния поверхности частиц использовать описание элементов текстуры поверхности. Классификация по элементам текстуры поверхности включает в себя четыре группы:

– частицы с элементами текстуры поверхности высотой более 1/5 от приведенного диаметра;

– частицы с элементами текстуры поверхности высотой менее 1/5 от приведенного диаметра;

– частицы с элементами текстуры поверхности высотой более 1/5 от приведенного диаметра с дополнительными выростами или волокнами;

– частицы без видимых элементов текстуры поверхности.

Исследования химического состава частиц твердой составляющей сварочных аэрозолей [6] указывают на то, что они состоят в большой степени из сложных комплексных минералоподобных соединений, а не из отдельных оксидов, как считалось ранее. Кроме того, при независимом инициативном исследовании характе-

ристик твердых составляющих сварочных аэрозолей, образованных при ручной дуговой сварке покрытыми электродами разных производителей, обнаружена схожесть морфологии частиц при разнице в их химическом и фракционном составе. Выявленное обстоятельство указывает на то, что марка электрода не позволят достоверно прогнозировать параметры частиц сварочных аэрозолей, что предполагает необходимость оперативного или текущего контроля параметров сварочных аэрозолей в условиях действующего производства.

С точки зрения оценки риска здоровью работающих, для параметризации твердых составляющих сварочных аэрозолей необходимо учитывать динамику их концентрации в воздухе рабочей зоны, изменяющуюся с течением времени. Изменение концентрации сварочных аэрозолей в воздухе рабочей зоны описывается математической зависимостью, характерной для описания возрастающих или стабильных колебаний [7, 8]. Это объясняется тем, что первоначально концентрация частиц возрастает, затем в результате физического и химического взаимодействия между частицами, такими как коалесценция и коагуляция, определенная доля частиц укрупняется и осаждается в виде пыли или вытягивается вентиляционным оборудованием, после чего в воздухе остаются частицы наименьшего размера, но в целом концентрация их снижается. Следовательно, увеличение концентрации частиц периодически сменяется ее снижением. Следует отметить, что фракционный состав твердых составляющих в воздухе при этом может отличаться на разных временных периодах. Градиент концентрации твердых составляющих сварочных аэрозолей в объеме помещения также изменяется динамически во времени. Характер градиента распределения зависит от многих факторов, но в основном от режима и эффективности работы вентиляционного оборудования и параметров помещения. Для повышения точности параметризации твердых частиц необходимо повышение эффективности их отбора. Традиционные методы отбора образцов аэрозолей на фильтры затрудняет дальнейшее изучение их морфологических особенностей, поэтому необходимо применять методы, позволяющие беспрепятственно наблюдать внешний вид частиц после отбора пробы.

В настоящем исследовании в качестве методов отбора проб твердых частиц сварочных аэрозолей предлагаются методики осаждения частиц на двусторонний углеродный скотч с перфорацией и без нее направленным потоком и магнитом. Примеры изображений частиц аэрозолей, полученных по результатам отбора проб описанными методами, представлены на рисунке.

Осаждение на двусторонний углеродный скотч направленным потоком подразумевает прикрепление двухстороннего углеродного скотча на различные части спецодежды или средства индивидуальной защиты работающего. В процессе проведения работы местной вентиляцией принудительно создается направленный поток аэрозолей для обеспечения более равномерного осаждения. Впервые для улавливания частиц промышленного аэрозоля в зоне дыхания работника использовали перфорированный двухсторонний углеродный скотч с отверстиями диаметром 0,1–1,0 мм, расположенными с шагом 2,0–3,0 мм. Отбор проб частиц аэрозоля, обладающих магнитными свойствами, на двусторонний углеродный скотч заключается в создании направленного потока частиц магнитом, прикрепленным в металлической пластине в 7–10 см над местом образования или забора

с нанесенным на его поверхность углеродным скотчем. Скотч с осажденными частицами помещают в контейнер для осуществления последующего анализа на сканирующем электронном микроскопе высокого разрешения с приставкой для рентгено-спектрального микрозондового анализа, например, как это было сделано в работе с помощью оборудования S3400N HITACHI (Япония) [3].

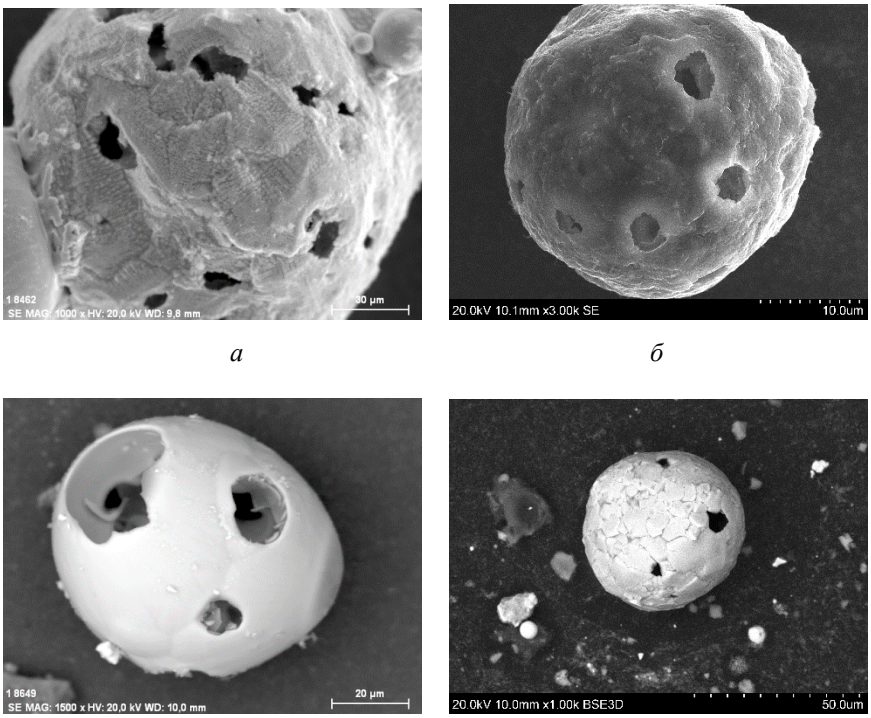


Рис. Частицы твердой составляющей сварочных аэрозолей, образованных при ручной дуговой сварке покрытыми электродами: *а* – основное покрытие (про-во Россия); *б* – рутиловое покрытие; *в* – основное покрытие (пр-во Польша); *г* – целлюлозное покрытие

Таким образом, идентификация параметров твердых составляющих сварочных аэрозолей для оценки профессиональных рисков сварщиков и представителей смежных профессий должна учитывать пространственно-временные показатели изменения концентрации твердых частиц сварочного аэрозоля в воздухе рабочей зоны с учетом фракционного, морфологического и химического состава с привлечением оценки состояния поверхности частиц методами анализа изображений. Повысить точность параметризации частиц сварочного аэрозоля позволяет метод отбор проб с помощью углеродного скотча с применением различных модификаций, включая перфорированный скотч и магнит.

Список литературы

1. Гришагин В.М. Сварочные аэрозоли: образование, исследование, локализация, применение: монография. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 213 с.

2. Игнатова А.М. Алгоритм обработки изображений тонкослойной компьютерной томографии легких человека для создания трехмерной модели внешних контуров бронхиального дерева // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2017. – № 64. – С. 23–29.

3. Игнатова А.М. Морфологические разновидности микросферических частиц твердой составляющей сварочных аэрозолей // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Безопасность и управление рисками. – 2015. – № 3. – С. 171–188.

4. Игнатова А.М., Верещагин В.И. Применение метода анализа изображений в исследовании и статистической оценке параметров частиц твердой составляющей сварочных аэрозолей силикатного и оксидного состава // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. – 2017. – Т. 19, № 1. – С. 41–57.

5. Определение морфометрических характеристик микродисперсной системы оксида алюминия методом анализа изображений / А.М. Игнатова, М.А. Землянова, М.С. Степанков, М.Н. Игнатов // Программные системы и вычислительные методы. – 2017. – № 3. – С. 70–85.

6. Оценка аэрозолеобразующих компонентов минерального сырья Пермского края для производства электродных покрытий / Д.А. Кузнецов, А.С. Смолина, Ю.В. Раков, М.Н. Игнатов // Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение. – 2014. – Т. 16, № 2. – С. 67–80.

7. Принципы прогнозирования состава твердой составляющей сварочного аэрозоля по виду электродного покрытия / Д.А. Кузнецов, А.С. Смолина, Ю.В. Раков, М.Н. Игнатов // Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение. – 2014. – Т. 16, № 2. – С. 21–34.

8. Раков Ю.В., Смолина А.С., Игнатов М.Н. Разработка способа определения концентрации пыли и сварочного аэрозоля на производстве с помощью точечного источника ультрафиолета // Masters Journal. – 2017. – № 1. – С. 56–60.

9. СанПиН 1.2.2353-08. Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/902101545 (дата обращения: 12.06.2018).

10. Friberg L., Nordberg G.F., Kessler E., Vouk V.B. Handbook of the Toxicology of Metals / the 2nd ed. Vols I, II. – Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V., 1986. – 126 p.

Паспортизация канцерогенно-опасных организаций для оценки профессиональных рисков здоровью работников

Е.В. Судакова, С.А. Скворцов, В.В. Дворянов

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве»,
г. Москва, Россия

Представлены результаты паспортизации канцерогенно-опасных организаций в г. Москве. Предложены мероприятия по усовершенствованию этой работы.

Ключевые слова: злокачественные новообразования, канцерогенный риск, паспорт канцерогенно-опасной организации.

Злокачественные новообразования – вторая по значимости причина смерти в городе Москве после болезней системы кровообращения. Заболеваемость, инвалидность и смертность вследствие онкологических заболеваний имеют не только медицинское, но огромное социальное и экономическое значение. По данным ВОЗ 19 % всех случаев рака в мире обусловлены факторами окружающей среды, включая условия работы, что ежегодно исчисляется в 1,3 млн случаев смерти [3].

В Указе Президента РФ № 204 от 07.05.2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» в качестве одной из приоритетных целей определена разработка и реализация программ борьбы с онкологическими заболеваниями и поставлена задача по обеспечению к 2024 г. снижения смертности от новообразований, в том числе от злокачественных до 185 случаев на 100 тыс. населения [4].

В г. Москве на протяжении последних лет особое внимание уделяется изучению комбинированного и комплексного воздействия канцерогенов на состояние здоровья населения. Химические соединения, обладающие канцерогенным действием, присутствуют во всех объектах окружающей среды. Воздействие на население канцерогенно-опасных соединений повышает вероятность развития злокачественных новообразований. Суммарный канцерогенный риск от воздействия химических веществ, контролируемых в атмосферном воздухе и питьевой воде, в целом по городу Москве соответствует настораживающему уровню ($2{,}77 \cdot 10^{-4}$). Основной вклад в величину суммарного риска обусловлен загрязнением атмосферного воздуха (99,78 %), в том числе и от промышленных предприятий.

По данным государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в городе Москве в 2017 году» на 01.01.2018 г. в Москве насчитывалось 621 канцерогенно-опасное предприятие, что составляет 9,4 % от общего количества объектов надзора промышленного профиля (2016 г. – 543 предприятий). На этих предприятиях производятся и/или применяются канцерогенные вещества и/или продукты. В контакте с канцерогенами работает 14 894 человека (1,9 % от общего числа промышленных рабочих), 26,8 % из которых – женщины (3991 работница). Наиболее представительными производственными канцерогенами (в контакте с которыми в Москве работает 1000 человек и более), являются

формальдегид, отработанные газы дизельных двигателей, минеральные масла, соединения никеля и шестивалентного хрома, N-нитрозамины, эпихлоргидрин, трихлорэтилен и тетрахлорэтилен, кремния диоксид кристаллический. Работники канцерогенно-опасных организаций – это многочисленная и относительно хорошо очерченная группа повышенного онкологического риска. При этом профессиональный рак в Москве на протяжении уже многих лет практически не выявляется [1, 2, 3].

Сегодня при составлении паспортов канцерогенно-опасных производств практически не учитывается предприятия, где может быть воздействие на лиц, работающих в подземных сооружениях, радона и его короткоживущих дочерних продуктов, и организации, использующие в своей работе источники ионизирующего излучения. Так в 2017 г. общее число организаций, использующих техногенные источники ионизирующего излучения на территории Москвы, – 2016 (в 2016 г. – 1904). Кроме того в городе функционирует свыше 4 тыс. медицинских рентгеновских кабинетов.

Для своевременного выявления и полноценного учета организаций и их структурных подразделений (производств, технологических процессов, цехов, производственных участков и рабочих мест), на которых работники могут подвергаться воздействию канцерогенных факторов, необходимо проводить паспортизацию канцерогенно-опасных организаций и специальную оценку условий труда. Помимо этого возможно выделять канцерогенно-опасные вещества, содержащиеся в выбросах предприятий, при проведении экспертизы проектов ПДВ и выдавать предписания по разработке паспортов на основании результатов экспертных заключений.

Список литературы

1. МУ 2.2.9.2493-09. Состояние здоровья работающих в связи с состоянием производственной среды. Санитарно-гигиеническая паспортизация канцерогенно-опасных организаций и формирование банков данных: методические указания [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_88932/ (дата обращения: 14.08.2018).

2. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента РФ № 204 от 07.05.2018 г. [Электронный ресурс]. Президент России: официальный сайт. – URL: http://kremlin.ru/acts/bank/43027 (дата обращения: 14.08.2018).

3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в городе Москве в 2017 году: Государственный доклад [Электронный ресурс] // Управление Роспотребнадзора по городу Москве: официальный сайт. – URL: http: //77.rospotrebnadzor.ru/images/Moskvagosdoklad2017.pdf (дата обращения: 14.08.2018).

4. СанПиН 1.2.2353-08. Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/902101545 (дата обращения: 14.08.2018).

Об опыте оценки профессионального риска для здоровья работников от воздействия шума

Е.В. Судакова, С.А. Скворцов, Е.М. Осипова, А.С. Кузнецов, В.В. Дворянов

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве», г. Москва, Россия

Одним из важных факторов, который оказывает влияние на здоровье работников и может привести к развитию профессионального заболевания, является повышенный уровень звукового воздействия. Представлены результаты оценки профессионального риска для здоровья работников от воздействия шума выше 80 дБА на промышленном предприятии. В результате исследования класс условий труда на рабочих местах оценен как вредный (3.1), а уровень риска – как малый (умеренный), что необходимо учитывать при проведении профилактических мероприятий, направленных на снижение шумового воздействия.

Ключевые слова: шум, профессиональное заболевание, профессиональный риск, оценка риска, здоровье работающих.

Указом Президента Российской Федерации № 204 от 07.05.2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [3] в качестве одной из приоритетных целей развития определено повышение ожидаемой продолжительности жизни населения до 78 лет к 2024 г. и до 80 лет к 2030 г. Для ее реализации необходимо добиваться сокращения уровня смертности и травматизма от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний за счет перехода в сфере охраны труда к системе управления профессиональными рисками.

По данным «Государственного доклада о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в г. Москве в 2017 г.» [4] общее число объектов промышленного профиля, находящихся на надзоре в Управлении Роспотребнадзора по г. Москве и в его территориальных отделах, составило 5562 предприятия, на которых работало 705 871 человек, 284 496 из которых – женщины. Результаты лабораторного контроля показали, что из числа обследованных рабочих мест в 2017 г. не отвечало требованиям санитарных правил: 17,4 % по освещенности; 13,4 % по шуму; 11,16 % по микроклимату; 6,4 % по вибрации; 0,9 % по уровням ЭМИ. Представленные данные свидетельствуют о сохранении неблагоприятных условий труда на предприятиях и в организациях города Москвы, что подтверждается и результатами проводимых Роспотребнадзором проверок. Так, при проведении 307 плановых проверок промышленных предприятий на всех были выявлены нарушения требований санитарного законодательства.

Одним из важных факторов, который оказывает влияние на здоровье работников и может привести к развитию профессионального заболевания, является повышенный уровень звукового воздействия. В соответствии с СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» [9] нормативный эквивалентный уровень звука составляет 80 дБА. В слу-

чае превышения этого показателя работодатель должен провести оценку риска для здоровья работающих, которая включает выявление опасности, оценку экспозиции, оценку зависимости «доза–ответ» и характеристику риска. Информация о риске доводится до работодателей, работников и других заинтересованных сторон с соблюдением установленных законодательством Российской Федерации условий и этических норм.

В соответствии с предписанием Роспотребнадзора нам было необходимо провести оценку риска для работников от шума на промышленном предприятии.

Оценка профессионального риска (ПР) от воздействия уровня шума выше 80 дБА проводилась в соответствии с Р 2.2.1766-03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» [6].

Основной деятельностью предприятия является производство одноразовой посуды и упаковки из полистирола, полипропилена и бумаги. Предприятие расположено в пределах промышленной зоны, по классификации СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» [8] относится к 4-му классу и имеет нормируемую санитарно-защитную зону 100 м.

На территории промплощадки расположены два корпуса по производству упаковки из формованного бумажного волокна, корпус производства бумажной и пластиковой продукции, производство флексопечати, склады сырья и готовой продукции, административный корпус, гараж, котельная.

В цехе основного производства оборудованы 9 линий по изготовлению одноразовой посуды и упаковки из пластика и 20 технологических линий по производству бумажной посуды. Сырьем при производстве пластиковой продукции являются гранулы полистирола и полипропилена высокого давления. Технологический процесс состоит из двух этапов: экструдирование и формование. Термоформовочные линии полностью автоматизированы.

В цехе по производству бумажной продукции расположен производственный участок по производству яичной упаковки из формованного бумажного волокна и участок по производству бумажной продукции. На участок по производству яичной упаковки подача сырья (подготовленной пульпы) осуществляется из цеха по производству яичной упаковки из формованного бумажного волокна посредством закрытого пневмотранспортера.

На участке по производству бумажных пакетов, предназначенных для пищевых продуктов, осуществляется производство продукции из готовой бумаги на специальной технологической линии, при необходимости на бумагу предварительно наносится цветная печать в цехе флексопечати.

Работники предприятия обеспечены спецодеждой и средствами индивидуальной защиты органа слуха (беруши), имеющими степень шумозащиты от 24 до 29 дБ.

Предварительная оценка риска была проведена в соответствии с руководством Р 2.2.2006-05 [7] по превышению ПДУ, полученных в ходе проведения замеров в рамках специальной оценки условий труда (СОУТ). Уровни шума на рабочих местах варьировались в пределах от 81 до 94 дБА, что позволяет отнести условия труда работающих на предприятии к классу вредный 3.1.

Инструментальные измерения уровней звука на рабочих местах в соответствии с программой производственного контроля проводятся один раз в год в 14 точках.

На предприятии организовано прохождение предварительных и ежегодных периодических медицинских осмотров работающих, занятых на работах с вредными и (или) опасными производственными факторами, по договору со специализированной медицинской организацией. Проведенный анализ заключительных актов показал, что осмотр проходят 100 % подлежащих работников, из них единичные сотрудники были признаны профнепригодными к дальнейшей работе с вредным производственным фактором (в 2016 г. – 2 человека, в 2017 г. – один человек).

Для расчета одночислового интегрального показателя последствий воздействия шума использовалась методика его стажевой дозной оценки (обоснована Н.Ф. Измеровым, Э.И. Денисовым и Г.А. Суворовым [5]). Оценка профзаболеваний по категориям риска и тяжести проводилась путем оценок через обратную величину их произведения в виде одночислового показателя – индекса риска и тяжести профзаболевания.

Для расчета риска потери слуха (ПС) от шума использовалась методика стандарта ИСО 1999: 2013 «Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума» и ГОСТ Р ИСО 1999-2017 «Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума» [1], которая учитывает пол, возраст, уровень шума и стаж работы в нем.

Проведенная оценка риска и определение вероятности потери слуха у работников позволила сделать вывод, что вероятность развития профессиональной тугоухости ПС I ст. при воздействии уровня шума от 80–85 дБА составляет (в %):

– для рабочего в возрасте 40 лет: при стаже работы 10 лет – 2–10 %; 20 лет – 3–6 %;

– для рабочего 50 лет: при стаже работы 10 лет – 16–25 %; 20 лет – 8–22 %; 30 лет – 6–22 %;

– для рабочего 60 лет: при стаже работы 10 лет – 28–36 %; 20 лет – 21–34 %; 30 лет – 20–34 %;

Данная вероятность развития профессиональной тугоухости ПС I ст. характерна для работающих в цехах: № 1 «Производство упаковки из волокна», № 2 «Производство упаковки из волокна», № 3 «Производство пластиковой продукции», № 5 «Производство бумажной упаковки».

Для работающих в цехе № 4 «Производство бумажной упаковки» вероятность развития профессиональной тугоухости ПС I ст. при воздействии уровня шума от 86 до 92 дБА составляет (в %):

– для рабочего в возрасте 30 лет: при стаже работы 10 лет – 1,0–17,4 %;

– для рабочего 40 лет: при стаже работы 10 лет – 12–27 %; 20 лет – 10,0–32,4 %;

– для рабочего 50 лет: при стаже работы 10 лет – 26,0–36,4 %; 20 лет – 24,0–40,4 %; 30 лет – 25,0–43,2 %;

– для рабочего 60 лет: при стаже работы 10 лет – 38,0–47,2 %; 20 лет – 36,0–51,0 %; 30 лет – 37,0–53,6 %.

Для работающих в цехе № 4 «Производство бумажной упаковки» вероятность развития профессиональной тугоухости ПС II ст. при воздействии уровня шума от 86 до 92 дБА составляет (в %):

– для рабочего 50 лет: при стаже работы 10 лет – 2,8–5,6 %; 20 лет – 3,0–9,6 %; 30 лет – 3,0–10,6 %;

– для рабочего 60 лет: при стаже работы 10 лет – 6–12,2 %; 20 лет – 9,0–16,0 %; 30 лет – 2,0–17,6 %.

В соответствии с Письмом Минздрава России от 06.11.2012 № 14-1/10/2-3508 «О направлении Методических рекомендаций “Диагностика, экспертиза трудоспо-

собности и профилактика профессиональной сенсоневральной тугоухости”» [2] здоровые, практически здоровые работники с профессиональной сенсоневральной тугоухостью (ПСНТ) при I-А степени снижения слуховой функции годны к работе в своей профессии при условии динамического наблюдения за состоянием слуха один раз в год и обязательном применении средств индивидуальной защиты – противошумов. При I-Б степени снижения слуховой функции (I степень снижения слуха) вопрос о трудоспособности решается индивидуально, и врачебное наблюдение, включая аудиометрию, проводят 2 раза в год. При II и III степени снижения слуха работник признается нетрудоспособным в своей профессии, и один раз в 6 месяцев подлежит динамическому наблюдению отоларингологом по месту жительства.

Проведенные расчеты позволяют оценить класс условий труда на рабочих местах промышленного предприятия как вредный (3.1), и уровень риска как малый (умеренный), который требует принятия мер по его снижению, а также позволяют оценить степень риска развития профессиональных заболеваний у работников предприятия в зависимости от возраста и стажа работы, что необходимо учитывать при проведении профилактических мероприятий, направленных на снижение шумового воздействия.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 1999-2017. Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/1200157242 (дата обращения: 20.08.2018).

2. О направлении Методических рекомендаций «Диагностика, экспертиза трудоспособности и профилактика профессиональной сенсоневральной тугоухости»: Письмо Минздрава России от 06.11.2012 № 14-1/10/2-3508 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http: //www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi? req = doc&base = EXP&n = 543448&dst = 100145/#039193420159726733 (дата обращения: 20.08.2018).

3. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента РФ № 204 от 07.05.2018 г. [Электронный ресурс] // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: http: //publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201805070038 (дата обращения: 20.08.2018).

4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в городе Москве в 2017 году: Государственный доклад [Электронный ресурс]. – М., 2018. – 229 с. – URL: http://77.rospotrebnadzor.ru/images/Moskvagosdoklad2017.pdf (дата обращения: 20.08.2018).

5. Профессиональный риск для здоровья работников: руководство / под ред. Н.Ф. Измерова, Э.И. Денисова. – М.: Тровант, 2003. – 448 с.

6. Р 2.2.1766-03. Гигиена труда. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. Руководство [Электронный ресурс] // Охрана труда в России: интернет-портал. – URL: https: //ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/246225/ (дата обращения: 20.08.2018).

7. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [Элек-

тронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/1200040973 (дата обращения: 20.08.2018).

8. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов [Электронный ресурс] // Гарант. – URL: http: //base.garant.ru/12158477/ (дата обращения: 20.08.2018).

9. СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http: //docs.cntd.ru/document/420362948 (дата обращения: 20.08.2018).

Риск формирования метаболических нарушений у работников со сменным режимом труда

Е.Ф. Черникова[1], И.В. Федотова[1], М.М. Некрасова[2]

[1]ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профессиональной патологии» Роспотребнадзора,
[2]ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
г. Нижний Новгород, Россия

Ночные дежурства приводят к нарушению привычных биоритмов, изменению «пищевого поведения», обменных процессов. Объект исследования: две профессиональные группы: инспекторы дорожно-патрульной службы ГИБДД (117 человек) и дежурные электромонтеры (32 человека). Исследование включало: оценку условий труда, анкетирование по образу жизни, питанию. Для инспекторов дополнительно проведено клинико-лабораторное обследование, включающее осмотр врачей-специалистов, измерение артериального давления, роста, окружности талии, веса; общий клинический и биохимический анализы крови, выявление числа лиц с ожирением и признаками метаболического синдрома. Установлено, что условия труда инспекторов являются более вредными, чем у электромонтеров (классы условий труда 3.3 и 3.2). В группе инспекторов в 1,66 раза выше число лиц с ожирением, у 53,0 ± 5,41 % зафиксирован метаболический синдром.

Ключевые слова: ночные смены, характер питания, ожирение, метаболический синдром.

В современном мире сменная работа является достаточно распространенным способом организации трудовой деятельности. Так, в Европе лишь четверть нанимаемых работников трудится только в дневную смену, остальные работают нерегулярно, по гибкому графику и посменно [12]. Характер питания людей трудоспособного возраста часто зависит от условий и режимов труда, возможности приема пищи на рабочем месте. Ночные дежурства, многочасовые смены, вахты и гибкий график работы приводят к нарушению привычных биоритмов (сна, бодрствования,

работоспособности), изменению метаболического и гормонального обменов, сокращению времени на отдых, необходимый для восстановления защитных сил организма от неблагоприятного воздействия условий труда [4–7, 9, 12].

Научно доказано, что в основе всех функциональных и органических повреждений органов и тканей, ведущих к возникновению болезней, лежат обменные нарушения, связанные с питанием. Метаболический синдром (МС) – одна из наиболее актуальных и серьезных проблем современной медицины, являющаяся последствием нездорового образа жизни [3]. Сформированное вследствие сменного графика работы «пищевое поведение» работников играет ключевую роль в нарушении принципов рационального питания, приводя к перееданию, избыточной калорийности суточного рациона с последующим развитием гиперинсулинемии, инсулинорезистентности, то есть представляет собой алиментарно-зависимый фактор риска МС [2]. Многочисленные исследования показывают, что высокий индекс массы тела, ожирение, сахарный диабет, МС или отдельные его компоненты достоверно чаще регистрируются у лиц, работающих в ночную смену или с высокой продолжительностью рабочего дня [5, 8–11, 13–17].

Крайне высокая распространенность ожирения и МС среди молодого трудоспособного населения свидетельствует о необходимости учета влияния вредных профессиональных факторов в формировании обменных нарушений у лиц со сменным графиком работы и включения в программу оздоровления условий труда режимных моментов, а также рекомендаций по коррекции питания и здоровому образу жизни.

Цель исследования – выявить наиболее значимые неблагоприятные факторы условий труда сменных работников, влияющие на характер питания и формирование метаболических нарушений.

Материалы и методы. Исследование проведено в двух профессиональных группах: инспекторов дорожно-патрульной службы (ИДПС) ГИБДД (117 человек) и дежурных электромонтеров (ДЭМ) сети электрораспределительных подстанций (32 человека), работающих 12-часовыми дневными и ночными сменами (40-часовая рабочая неделя).

Изучение условий труда обеих профессиональных групп проводилось на базе полка ДПС ГИБДД при ГУВД по Нижегородской области и сети электрораспределительных подстанций города ООО «Нижновэнерго». В соответствии с требованиями, предъявляемыми к методам санитарно-гигиенического исследования, на рабочих местах измерялись уровни шума, вибрации, параметры микроклимата, освещенности, электромагнитных излучений, оценивалось состояние воздушной среды (химический фактор присутствовал только на рабочем месте автоинспекторов), тяжесть и напряженность трудового процесса.

В обеих профессиональных группах проведено анкетирование. Оригинальные анкеты разработаны сотрудниками отдела гигиены ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профессиональной патологии» Роспотребнадзора с привлечением клиницистов, нутрициологов и диетологов. Анкеты включают в себя разделы по характеру и субъективной оценке условий труда, анализу пищевого рациона, особенностям образа жизни, наличию вредных привычек, распространенности спортивных тренировок и двигательной активности, состоянию здоровья, наличию отягощенности по наследственно-обусловленным заболеваниям.

Избыточную массу тела определяли путем расчета индекса массы тела.

В группе ИДПС было проведено клинико-лабораторное обследование, включающее в себя осмотр врачей-специалистов, измерение артериального давления, окружности талии, общий клинический и биохимический анализы крови.

Распространенность МС оценивали в соответствии с рекомендациями Всероссийского научного общества кардиологов [1].

Результаты и их обсуждение. Обе исследуемые группы состоят из работников мужского пола, преимущественно молодых, от 20 до 50 лет, средний возраст 35 лет, лица до 30 лет составляют более половины выборки. Стаж работы в среднем 8–10 лет. Образование преимущественно высшее (65,0 % инспекторов и 78,1 % ДЭМ). Женаты 93,0 % и 71,9 % соответственно.

В ходе изучения условий труда обеих групп было установлено, что ведущими неблагоприятными факторами на рабочих местах ДЭМ были микроклимат, освещение и тяжесть труда (классы 3.1, общая оценка 3.2), ИДПС – микроклимат, тяжесть и напряженность труда, шум, пыль фиброгенного действия (классы 3.2–3.3, общая оценка 3.3).

Основное время рабочей смены (до 70–75 %) дежурные электромонтеры проводят в помещениях: щитовых управления, комнатах ДЭМ, на участках закрытых распределительных устройств, общеподстанционных пунктах управления, комплектных распределительных устройств наружной установки, а также на улице – открытые распределительные устройства. Оставшееся время (25–30 %) занимают переезды между подстанциями на служебном транспорте.

На своем рабочем месте ДЭМ осуществляют оперативное наблюдение за работой электрооборудования группы подстанций, показателями приборов на щите управления, техническое обслуживание электрооборудования, распределительных устройств, оперативные переключения, проведение контрольных испытательных работ на заземления, вывод оборудования в ремонт, осуществление оперативных переговоров, ведение текущей документации.

Рабочее место ИДПС ГИБДД – открытый участок автотранспортной магистрали (до 90 % времени смены). В перечень должностных обязанностей автоинспектора входит: непрерывный пристальный визуальный и слуховой контроль за ситуацией на дороге, поиск в потоке движущихся транспортных средств машин, находящихся в розыске; постоянное отслеживание информационных сообщений, поступающих по радиосвязи; контроль за соблюдением водителями и пешеходами правил дорожного движения, безопасных условий перевозки людей и грузов; оценка технического состояния автомобилей и многое другое. Характеризует труд инспекторов большое число межличностных коммуникаций, споров, конфликтов с участниками дорожного движения, значительный информационный поток, не исключена вероятность применения табельного оружия в ситуациях, связанных с риском для жизни, что обусловливает высокое нервно-эмоциональное напряжение.

График дежурств в обоих коллективах составлен с прямой ротацией смен, наличием «отсыпных» и выходных, однако на практике он нередко нарушается (в связи с аварийными, чрезвычайными ситуациями в городе и т.п.), что ведет к сбою в работе циркадных ритмов организма.

В обеих группах следует отметить отсутствие регламентированных перерывов в работе и условий для регулярного приема горячего питания, обогрева, отдыха. На это жалуются 30,0 % ИДПС и 12,5 % ДЭМ. Больше отклонений в режимных моментах зарегистрировано в группе ИДПС (табл. 1).

Таблица 1

Оценка режима питания в профессиональных группах инспекторов ДПС и дежурных электромонтеров

Параметр	ИДПС, %	ДЭМ, %
Нерегулярность приемов пищи	76,0 ± 4,27*	40,6 ± 8,68*
Менее трех полноценных приемов пищи в день	45,0 ± 4,97	37,5 ± 8,56
Значительное число «перекусов» (три и более)	26,0 ± 4,37**	6,2 ± 4,26**
Продолжительность приема пищи 10 минут и менее	21,0 ± 4,07	18,8 ± 6,91
Длительные перерывы между приемами пищи (более 5 часов)	70,0 ± 4,58	71,8 ± 7,95
Неравномерное распределение суточной калорийности пищи с максимумом в вечернее (16–19 ч) и ночное время (20–23 ч)	25,0 ± 4,33 20,0 ± 4,0	21,9 ± 7,31 9,4 ± 5,16
Поздние приемы пищи (после 18 часов)	94,0 ± 5,64	90,6 ± 5,16
Ночные приемы пищи (после 22 часов)	76,0 ± 4,27	59,3 ± 8,68
Короткие интервалы между последним приемом пищи и сном (менее часа)	54,0 ± 4,98***	31,2 ± 8,19***

Примечание:
* – различия достоверны ($p < 0,001$),
** – различия достоверны ($p < 0,01$),
*** – различия достоверны ($p < 0,05$).

Стоит отметить, что в обеих анализируемых группах превалирует число лиц, предпочитающих в питании блюда домашней кухни (ДЭМ – 84,4 ± 6,41 %, ИДПС – 54,0 ± 4,98 %). Однако особенности работы и отсутствие условий для разогрева и приема пищи в большинстве случаев не позволяют использовать в питании блюда домашнего приготовления.

Анализ сбалансированности питания ИДПС и ДЭМ по основным группам продуктов показал, что рацион довольно разнообразен в обеих группах (табл. 2). Из положительных моментов стоит отметить наличие в еженедельном рационе питания у большинства анкетируемых мяса, рыбы, молочных и кисломолочных продуктов, круп. Однако овощи и фрукты ежедневно употребляют лишь 9–13 % лиц, причем среди ИДПС эта цифра немного выше.

В избытке в обеих группах (в большей степени у ИДПС) присутствуют такие продукты, как картофель, сливочное и растительное масла, колбасные изделия, майонез, яйца, сладости, выпечка, сахар, алкоголь, лапша быстрого приготовления, чипсы и сухарики. Эти продукты, являясь источниками жиров, холестерина, простых углеводов, скрытой соли, обладают высокой калорийностью и могут способствовать формированию ожирения, артериальной гипертензии и другой патологии.

Таким образом, анализ режима и рациона питания выявил отклонения в обеих исследуемых группах, однако среди ИДПС они были более значительными, чем среди ДЭМ.

На вопрос: «Какие меры вы предпринимаете для сохранения своего здоровья?», большую обеспокоенность проявили ДЭМ (рисунок).

Согласно результатам анкетирования, распространенность спортивных занятий в группе ИДПС существенно ниже (на 18,7 %), а вредных привычек – выше (на 21,6 % – курение и на 15,4 % – употребление алкогольных напитков). Кроме того ДЭМ большее значение придают медицинским осмотрам, режиму сна и отдыху на свежем воздухе.

Таблица 2

Перечень продуктов, наиболее часто отмечаемых респондентами в недельном рационе питания

Пищевой продукт	Частота употребления	ИДПС, %	ДЭМ, %
Мясо	Не реже 3–4 раз в неделю	69,0 ± 4,62	75,0 ± 7,65
Рыба	Не реже одного раза в неделю	90,0 ± 3,0	68,8 ± 8,19
Колбаса, сосиски	Не реже 3–4 раз в неделю	73,0 ± 4,44	34,4 ± 8,39
Молоко и кисломолочные продукты	Ежедневно	30,0 ± 4,58	34,4 ± 8,39
Овощи	Ежедневно	13,0 ± 3,36	12,5 ± 5,85
Фрукты, ягоды	Ежедневно	13,0 ± 3,36	9,4 ± 5,16
Орехи	Не реже 3–4 раз в неделю	7,0 ± 2,55	6,2 ± 4,26
Картофель	Не реже 3–4 раз в неделю	73,0 ± 4,44	75,0 ± 7,65
Крупы	Не реже 3–4 раз в неделю	83,0 ± 3,76	87,5 ± 5,85
Макароны	Не реже 3–4 раз в неделю	40,0 ± 4,89	53,1 ± 8,82
Яйца	Не реже 3–4 раз в неделю	41,0 ± 4,92	34,4 ± 8,39
Суп	Ежедневно	54,0 ± 4,98	46,9 ± 8,82
Хлеб	Ежедневно	65,0 ± 4,77	56,2 ± 8,77
Масло сливочное	Не реже 3–4 раз в неделю	60,0 ± 4,89	40,6 ± 8,68
Масло растительное	Не реже 3–4 раз в неделю	68,0 ± 4,66	62,5 ± 8,56
Майонез, соусы, пряности	Ежедневно	49,0 ± 4,99	21,9 ± 7,31
Лапша быстрого приготовления	Не реже одного раза в неделю	15,0 ± 3,57	6,2 ± 4,26
Чипсы картофельные, сухарики	Не реже одного раза в неделю	5,0 ± 2,18	12,4 ± 5,83
Сладости (конфеты, варенье, мед)	Ежедневно	13,0 ± 3,36	15,6 ± 6,41
Торты, булочки, печенье, пирожки	Ежедневно	15,0 ± 3,57	18,7 ± 6,89
Чай	Ежедневно	93,0 ± 2,55	93,7 ± 4,29
Кофе	Ежедневно	33,0 ± 4,7	37,5 ± 8,56
Сахар	Ежедневно	75,0 ± 4,33	40,6 ± 8,68
Алкогольные напитки крепостью менее 20°	Не реже одного раза в неделю	40,0 ± 4,89	31,2 ± 8,19
Алкогольные напитки крепостью более 20°	Не реже одного раза в неделю	28,0 ± 4,49	9,3 ± 5,13

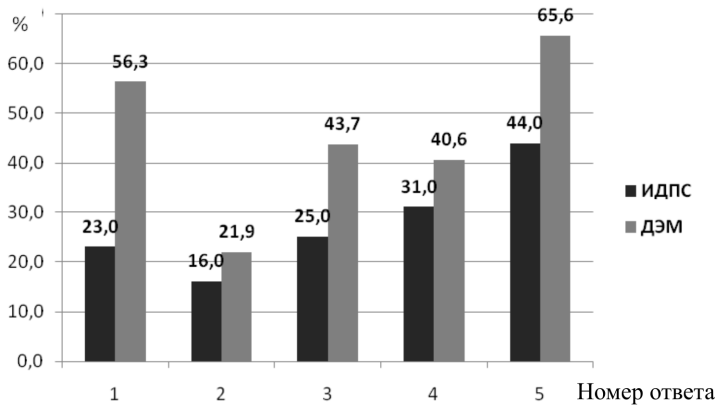


Рис. Меры, предпринимаемые рабочими для сохранения своего здоровья:
1 – регулярно прохожу профилактические медицинские осмотры, флюорографию; *2* – стараюсь больше спать; *3* – поддерживаю физическую форму (различные формы физической активности); *4* – провожу отпуск за городом, на дачном участке, в доме отдыха, профилактории, санатории; *5* – не курю

В обеих группах был рассчитан индекс массы тела для каждого работника, на основе которого выделены группы с пониженным питанием и нормальным весом, повышенным питанием и ожирением I–III степени (табл. 3).

Суммарно число лиц с повышенным питанием и ожирением в 1,66 раза выше в группе ИДПС, причем в этой когорте зафиксировано ожирение III ст. Лиц с нормальной массой тела среди ИДПС вдвое меньше, чем среди ДЭМ. Примечательно, что у ИДПС ожирение более распространено в группе 30–39 лет, чем у более молодых и более возрастных сотрудников. Вероятно, это связано с «эффектом здорового работника», когда лица с накопленной патологией вынуждены уходить из профессии.

Таблица 3

Доля лиц с повышенным питанием и ожирением, определяемая по ИМТ

ИМТ	ИДПС (на 100 работающих)	ДЭМ (на 100 работающих)	ИДПС/ДЭМ
Нормальный вес и пониженное питание (< 20–25,9 кг/м²)	27,35 ± 4,12*	56,25 ± 8,77*	0,48
Повышенное питание и ожирение (26,0–40,9 кг/м²)	72,65 ± 4,12*	43,75 ± 8,77*	1,66
Всего	100	100	–

Примечание: * различия достоверны ($p < 0,01$).

Ожирение является одним из ведущих составляющих метаболического синдрома (МС). В связи с повышенной распространенностью ожирения в профессиональной группе ИДПС нами было проведено исследование по выявлению МС в данной когорте. Практически все компоненты МС представляют клинически значимые факторы риска развития сердечно-сосудистых заболеваний и их осложнений [1]. К состоянию здоровья ИДПС предъявляются повышенные требования (согласно Приказу МВД РФ № 895 от 8 ноября 2006 года «Об утверждении Положения об организации медицинского обслуживания и санаторно-курортного лечения в медицинских учреждениях системы МВД России»). Перечень врачебных осмотров и объем лабораторно-инструментального обследования ИДПС позволяет выявить у них признаки развития МС, однако данным приказом это не регламентировано.

Проведенное клиническое обследование выявило МС у 53 ± 5,41 % автоинспекторов, что было выше среднестатистической распространенности по стране (20–40 %) [1]. Установлено, что у большинства из обследуемых лиц отмечались те или иные признаки МС. Так, в 98,9 ± 1,13 % случаев был выявлен повышенный уровень холестерин-липопротеидов низкой плотности (ХС ЛПНП), в 5,9 ± 2,56 % – сниженный уровень холестерин-липопротеидов высокой плотности, в 22,4 ± 4,52 % проб крови определялся повышенный уровень ТГ, в 4,7 ± 2,29 % – гипергликемия натощак, также у 76,5 ± 4,59 % инспекторов отмечался повышенный уровень артериального давления (АД) и у 63,5 ± 5,22 % обследованных определен абдоминальный тип ожирения. Наиболее частым сочетанием признаков МС являлось наличие у обследуемых ожирения, повышенных значений АД и ХС ЛПНП (91,0 ± 4,27 % от числа лиц с установленным МС).

Стандартизованные по возрасту показатели (СП) распространенности МС среди автоинспекторов свидетельствовали о нарастании этой патологии с увеличением стажа в группах «До 5 лет стажа» и «5–9 лет» (26,7 и 54,1 случая соответственно). В стажевой группе «Более 10 лет» отмечается некоторое снижение показателя (52,5), что мы считаем возможным проявлением «эффекта здорового работника». Согласно данным анкетного опроса, в группе «Более 10 лет стажа» не зафиксировано повышенного стремления вести здоровый образ жизни. Относительный риск развития МС в более стажированных группах по сравнению с группой «До 5 лет» составляет 2,02 и 1,97 усл. ед. (для групп «5–9 лет» и «Более 10 лет» соответственно), что указывает на значительную вероятность профессиональной обусловленности МС в данной группе работающих (коэффициент аппроксимации R^2 = 0,7037).

У части работников ДПС оказалась нарушенной функциональная способность печени: повышена активность ферментов АлАТ (у 28,4 ± 4,19 % обследованных) и АсАТ (у 18,1 ± 3,57 %), наблюдалась также диспротеинемия сыворотки крови (гипоальбуминемия у 76,7 ± 3,93 %), причем стандартизованные показатели свидетельствуют о достаточно высоком уровне распространенности этих параметров уже в стажевой группе «До 5 лет» (табл. 4.). Некоторое увеличение числа лиц с повышенным уровнем показателей АлАТ и АсАТ происходит в стажевой группе «5–9 лет».

Таблица 4

Частота отклонений показателей состояния обмена веществ в группе автоинспекторов

Показатель	Стажевая группа, лет					
	до 5		5–9		более 10	
	на 100 раб.	СП*	на 100 раб.	СП*	на 100 раб.	СП*
Высокий уровень АлАТ	20,0 ± 7,30	**30,3**	35,7 ± 7,39	**40,7**	27,3 ± 6,64	21,7
Высокий уровень АсАТ	16,7 ± 6,81	24,5	21,4 ± 6,33	21,0	15,9 ± 5,45	12,8
Низкий уровень альбуминов	76,7 ± 7,72	77,4	73,8 ± 6,79	75,7	72,7 ± 6,64	54,3
Высокий уровень общего холестерина	20,0 ± 7,30	**12,3**	31,0 ± 7,14	**31,2**	20,5 ± 6,02	14,4
Высокий уровень холестерина ЛПНП	96,7 ± 3,26	**87,1**	97,6 ± 2,36	**97,9**	90,9 ± 4,34	69,7
Высокий уровень триглицеридов	16,7 ± 6,81	**15,5**	26,2 ± 6,79	**28,7**	18,2 ± 5,81	13,2
Низкое содержание эритроцитов	53,3 ± 9,11	63,9	59,5 ± 7,57	60,7	63,6 ± 7,17	48,1
Низкое содержание гемоглобина	16,7 ± 6,81	**15,5**	19,0 ± 6,05	**20,1**	25,0 ± 6,45	20,5
Ускоренная СОЭ	70,0 ± 8,37	70,3	61,9 ± 7,49	60,7	61,4 ± 7,26	46,9

Примечание: * – стандартизованные показатели.

Последнее иллюстрирует наличие отклонений в биохимических и клинических показателях крови, связанных с нарушением обмена веществ и не исключающих влияние условий труда на формирование патологических сдвигов. Рост числа выходящих за границы нормальных значений гематологических показателей в ста-

жевой группе «5–9 лет» зафиксирован по: общему холестерину крови (СП выше в 2,53 раза), ТГ (в 1,85 раза), АлАТ (1,34 раза), гипоглобулинемии (в 1,29 раза), ЛПНП (в 1,12 раза).

Таким образом, проблема отсутствия организации питания у сменных работников и развивающихся в связи с этим процессов ожирения, расстройств обмена веществ и высокого риска возникновения патологических состояний представляется весьма актуальной. Создание безопасных условий труда является важной социальной задачей, основой поддержания здоровья общества на высоком уровне. Выявление путей и механизмов, определяющих влияние посменной работы на состояние здоровья, необходимо для новых идей в оценке риска, выборе наиболее подходящих методов оздоровительных и профилактических мероприятий с целью создания условий для профессионального долголетия работников столь актуального в современной обстановке.

Выводы:

1. Установлено, что условия труда ИДПС ГИБДД являются более вредными, чем у ДЭМ (классы условий труда 3.3 и 3.2). Это обусловлено в основном более высокой нервно-эмоциональной нагрузкой ИДПС.

2. В обеих профессиональных группах зафиксированы нарушения графика рабочих смен, отсутствуют регламентированные перерывы и условия для приема горячего питания, что обусловливает сбой режимов питания и циркадных ритмов организма.

3. Выявлены погрешности «пищевого поведения», более выраженные в группе ИДПС, а также большее распространение в этой когорте вредных привычек, меньшую популяризацию спорта, здорового образа жизни в целом и большее число лиц с ожирением (в 1,66 раза выше, чем у ДЭМ).

4. Ожирение, МС, а также нарушение обмена веществ, выявленные в группе ИДПС, а также рост отклонений со стажем свидетельствуют о необходимости разработки и внедрения системы оздоровительных мероприятий для данного профессионального коллектива.

Список литературы

1. Всероссийское научное общество кардиологов. Проект рекомендаций экспертов Всероссийского научного общества кардиологов по диагностике и лечению метаболического синдрома (второй пересмотр). – М.: ВНОК, 2009. – 32 с.

2. Караева А.Ф., Поляшова А.С., Малаев Х.М. Влияние особенностей пищевого поведения и алиментарных факторов на формирование метаболических нарушений при различных степенях ожирения с учетом гендерных различий // Актуальные вопросы питания населения: сборник материалов V Юбилейной межрегиональной научно-практической конференции ПФО. – Н. Новгород, 2015. – С. 24–27.

3. Поляшова А.С. Влияние питания на течение обменных процессов в организме // Актуальные вопросы питания населения: сборник материалов II Межрегиональной научно-практической конференции ПФО. – Н. Новгород, 2012. – С. 17–18.

4. Психофизиологические критерии, определяющие работоспособность работников вахтового производства / С.Т. Онаев, Е.А. Бадаева, А.А. Исмаилова,

Д.С. Курмангалиева, А.Ж. Шадетова // Медицина труда и промышленная экология. – 2012. – № 7. – С. 38–40.

5. Риск развития гормонально-зависимых заболеваний у женщин, работающих в ночную смену / Л.Г. Соленова, Е.Г. Кухина, Т.П. Федичкина, И.Е. Зыкова // Гигиена и санитария. – 2012. – № 4. – С. 35–37.

6. Соколова О.И., Крюков А.И., Панкова В.Б. Условия труда и состояние слуха у сотрудников дорожно-патрульной службы Москвы // Вестник отоларингологии: научно-практический журнал. – 2006. – № 4. – С. 31–33.

7. Arendt J. Shift work: coping with the biological clock // Occup. Med. – 2010. – № 60 (1). – P. 10–20.

8. Di Milia L., Mummery K. The association between job related factors, short sleep and obesity // Ind. Health. – 2009. – № 47 (4). – P. 363–368.

9. Eating and shift work – effects on habits, metabolism and performance / A. Lowden, C. Moreno, U. Holmbäck, M. Lennernäs, P. Tucker // Scand. J. Work Environ. Health. – 2010. – № 36 (2). – P. 150–162.

10. Effect of shift work on body mass index and metabolic parameters / Y. Morikawa, H. Nakagawa, K. Miura, Y. Soyama, M. Ishizaki, T. Kido, Y. Naruse, Y. Suwazono, K. Nogawa // Scand. J. Work Environ. Health. – 2007. – № 33 (1). – P. 45–50.

11. Estimation of the benchmark duration of alternating shift work associated with increased total cholesterol levels among male Japanese workers / Y. Suwazono, M. Uetani, M. Oishi, K. Tanaka, H. Morimoto, S. Nakada, K. Sakata // Scand. J. Work Environ. Health. – 2010. – № 36 (2). – P. 142–149.

12. Härmä M., Kecklund G. Shift work and health – how to proceed? // Scand. J. Work Environ. Health. – 2010. – № 36 (2). – P. 81–84.

13. Importanza della circonferenza vita per la diagnosi di sindrome metabolica e per la valutazione del rischio cardiovascolare nei lavoratori turnisti. La Medicina del Lavoro / A. Copertaro, M. Bracci, M. Barbaresi [et al.] // La Medicina del Lavoro. – 2008. – № 99 (6). – P. 444–453.

14. Influence of job strain on changes in body mass index and waist circumference: 6-year longitudinal study / M. Ishizaki, H. Nakagawa, Y. Morikawa, R. Honda, Y. Yamada, N. Kawakami // Scand. J. Work Environ. Health. – 2008. – Vol. 34 (4). – P. 288–296.

15. Karlsson B., Knutsson A., Lindahl B. Is there an association between shift work and having a metabolic syndrome? Results from a population based study of 27,485 people // Occup. Environ. Med. – 2001. – № 58 (11). – P. 747–752.

16. Metabolic syndrome and work: identification of populations at risk / La Sala M. [et al.] // G. Ital. Med. Lav. Ergon. – 2007. – № 29 (3). – P. 445–447.

17. Violanti J.M., Burchfiel C.M., Hartley T.A. Atypical work hours and Metabolic Syndrome among police officers // Arch. Environ. Occup. Health. Issue. – 2009. – № 64 (3). – P. 194–201.

Использование кардиоритмографии в прогнозировании риска патологии сердца у работников нефтедобычи

А.А. Щербаков, А.Е. Носов

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

При помощи кардиоритмографии установлены значимые изменения вариабельности ритма сердца у работников нефтедобывающей промышленности, находящихся под воздействием комплекса химических и физических факторов по отношению к референтной группе. Данные изменения могут усугублять течение артериальной гипертонии у работников нефтедобычи, что является веским основанием для проведения мероприятий по первичной профилактике сердечно-сосудистых заболеваний.

Ключевые слова: производственные факторы, кардиоритмография, вариабельность ритма сердца, кардиальный риск, профилактика.

В современной клинической практике нарастающее значение приобретают методы прогнозирования кардиального риска с целью первичной профилактики сердечно-сосудистых заболеваний. У работников нефтедобычи распространенность артериальной гипертензии составляет 43,2 %, гиперхолестеринемии – 48,3 %, ожирения – 10,4 % [3, 4]. В связи с высокой смертностью от сердечно-сосудистых заболеваний и полиэтиологичностью данной патологии необходим поиск новых методов ранней диагностики кардиоваскулярной патологии. Среди потенциальных факторов риска в аспекте негативного воздействия на сердечно-сосудистую систему работников нефтедобычи – шум, вибрация, тяжесть трудового процесса, микроклимат, освещенность, различные химические вещества, присутствующие в воздухе рабочей зоны (сумма различных углеводородов, в том числе ароматические углеводороды, дисульфид серы) [3, 4].

Одним из методов, позволяющих определить прогноз заболеваемости и смертности при сердечно-сосудистых заболеваниях, является кардиоритмография. В качестве одного из важных патогенетических механизмов высокой заболеваемости и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в настоящее время рассматривается дисфункция вегетативной нервной системы. Многочисленными исследованиями ранее доказано, что снижение вариабельности ритма сердца ассоциируется с повышением смертности у лиц с сердечно-сосудистой патологией [2]. Данные механизмы могут быть оценены с помощью анализа вариабельности ритма сердца в ходе суточного мониторинга электрокардиограммы.

Низкая вариабельность ритма сердца является маркером многих патологических состояний, в том числе прогностическим показателем, увеличивающим риск смерти. Снижение вариабельности ритма сердца ассоциируется с повышенной общей и сердечно-сосудистой смертностью в общей популяции, а также с новыми случаями артериальной гипертензии [15, 16, 22], повышенной смертностью у лиц с ишемической болезнью сердца, инфарктом миокарда, хронической

сердечной недостаточностью [14, 21]. Предложены крайние значения, выход за границы которых сопряжен с плохим прогнозом и высоким риском смерти в популяции или у больных с сердечно-сосудистой патологией [2, 5]. Изменения вариабельности ритма сердца преимущественно относятся к ранним (доклиническим) нарушениям, поэтому оценка вариабельности ритма может приобрести достаточную актуальность в медицине труда для первичной профилактики сердечно-сосудистых заболеваний у работающих, направленных на сохранение профессиональной трудоспособности.

Цель работы – изучить особенности изменений вариабельности ритма сердца у работающих в условиях воздействия комплекса вредных факторов нефтедобывающего производства.

Материалы и методы. Группу наблюдения составили 70 работников нефтедобычи с верифицированной артериальной гипертензией, подвергающиеся в процессе работы воздействию комплекса вредных производственных факторов. Группу сравнения составили 40 сотрудников этого же предприятия, страдающие артериальной гипертензией. Основные критерии группы сравнения: отсутствие изучаемых вредных факторов производственной среды; отсутствие факторов, которые могут вызвать схожие ответы с изучаемыми; однородный состав по возрасту и стажу. Средний возраст работников группы наблюдения составил 48,9 ± 12,8 г., группы сравнения 45,6 ± 11,2 г. ($p > 0,05$). В группе наблюдения 65 % мужчин и 35 % женщин, в группе сравнения – 61 % мужчин и 39 % женщин ($p > 0,05$). Средний стаж в профессии в группе наблюдения 14,2 ± 6,4 г., в группе сравнения – 13,4 ± 5,7 г. ($p > 0,05$). Средняя длительность заболевания артериальной гипертензией в группе наблюдения 8,3 ± 2,5 г., в группе сравнения – 7,8 ± 2,3 г. ($p > 0,05$).

На работников нефтедобычи по данным карт аттестации рабочих мест воздействуют следующие группы опасных и вредных производственных факторов: физические, химические и психофизиологические. Основными производственными факторами, воздействующими в той или иной мере на работников, являются шум, вибрация, тяжесть труда и химический фактор. Среди химических факторов производственной среды основным и постоянным компонентом являются ароматические углеводороды, которые обладают тропностью к сердечно-сосудистой и нервной (в том числе вегетативному отделу нервной системы) системам; обладают как прямым, так и опосредованным негативным действием, изменяя метаболические процессы [1].

Суточное мониторирование ЭКГ по Холтеру проводилось с использованием аппарата Microvit MT-101 и программы MT-200 с оценкой показателей вариабельности сердечного ритма.

Вариабельность ритма сердца – это изменения длительности интервала RR ЭКГ (RRI) вследствие влияния симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы на функцию синусового узла.

Проблемный комитет Европейского общества кардиологов и Североамериканского общества по электростимуляции и электрофизиологии определил частотные диапазоны для каждого параметра вариабельности ритма сердца, выявляемого при кратковременной и долговременной записи ЭКГ. Традиционно при суточном мониторировании ЭКГ применяется временной и спектральный анализ [2].

Неспектральные или временные доменные параметры включают расчетные показатели, которые напрямую не связаны с длительностью отдельного цикла. Этот метод дает простой способ выявления пациентов со сниженной вариабельностью по средней величине и стандартному отклонению интервалов RR. Для временного анализа используются следующие параметры:

SDNN – суммарный показатель вариабельности величин интервалов R–R за весь рассматриваемый период;

SDANN – стандартное отклонение средних значений SDNN из 24-часовых записей;

SDNNi – среднее значение стандартных отклонений за 5-минутные периоды;

NN50 – полученное за весь период записи число пар последовательных интервалов NN, различающихся более чем на 50 мс;

pNN50 – процент NN50 от общего за весь период записи числа последовательных пар интервалов, различающихся более чем на 50 мс;

rMSSD – квадратный корень из суммы квадратов разности величин последовательных пар интервалов NN (нормальных интервалов R–R).

Спектральный анализ вариабельности ритма сердца предусматривает разделение обрабатываемой выборки RR-интервалов на частотные спектры разной плотности. Согласно классической физиологической интерпретации высокочастотный компонент спектра (*high frequency – HF*) отражает прежде всего уровень дыхательной аритмии и парасимпатических влияний на сердечный ритм, низкочастотный компонент (*low frequency – LF*) – преимущественно симпатические влияния, но парасимпатический тонус также влияет на его формирование. Вычисляется отношение низких компонентов к высокочастотным (*LF*/*HF*), что отражает уровень вагосимпатического баланса [2].

Накопление, первичную обработку, анализ и визуализацию информации проводили с использованием стандартных (SAS V 6.04, STATGRAF и др.) и специально разработанных программных продуктов.

Результаты и их обсуждение. Дисфункция вегетативной нервной системы отражается в нарушении временных характеристик сердечного ритма (снижение вариабельности ритма сердца). В группе наблюдения установлено более низкое значение pNN50 среднесуточного (6,9 ± 2,2 и 9,2 ± 2,9 % в группах наблюдения и сравнения соответственно, $p = 0{,}1$), дневного (5,6 ± 1,5 и 7,0 ± 2,7 % соответственно, $p = 0{,}2$) и ночного (10,0 ± 3,8 и 14,0 ± 4,5 % соответственно, $p = 0{,}1$). Данные изменения свидетельствуют о тенденции к повышению тонуса симпатической нервной системы у работников группы наблюдения.

При стаже работы до 10 лет также не выявлено статистически значимых отличий в группах. Однако в группе наблюдения отмечены более низкие значения pNN50 среднесуточного (8,7 ± 2,8 и 12,6 ± 3,3 % – в группе сравнения, $p = 0{,}3$), дневного (7,0 ± 2,1 и 8,4 ± 2,7 % соответственно, $p = 0{,}6$) и ночного (12,9 ± 3,9 и 21,2 ± 6,8 % соответственно, $p = 0{,}2$).

При стаже работы от 11 до 20 лет в группе наблюдения было установлено статистически значимое снижение pNN50 в дневное время (3,1 ± 1,04 % и 6,7 ± 1,3 % – в группе сравнения, $p < 0{,}05$). Различия между группами по среднесуточному показателю pNN50 были менее значимыми и составили в группе наблюдения 4,5 ± 1,5 %, а в группе сравнения 8,2 ± 2,7 % ($p = 0{,}08$). Ночной pNN50 в группе наблюдения составил 7,1 ± 2,5 %, а в группе сравнения 11,9 ± 3,8 %

(p = 0,1). Выявлены различия между группами при стаже работы от 10 до 20 лет в ночных показателях вариабельности ритма. В группе наблюдения SDANN в ночное время составил 96,8 ± 17,7 мс, в группе сравнения 68,7 ± 15,2 мс, $p < 0,05$. В группе наблюдения SDNN в ночное время составил 117,5 ± 17,1 мс, в группе сравнения 91,7 ± 13,8 мс, p = 0,05.

При стаже работы более 20 лет характеристики вариабельности ритма сердца в обследованных группах не различались.

При математическом моделировании установлено повышение вероятности снижения pNN50 суточного (R^2 = 0,77; $p < 0,001$) в зависимости от стажа работы (рисунок).

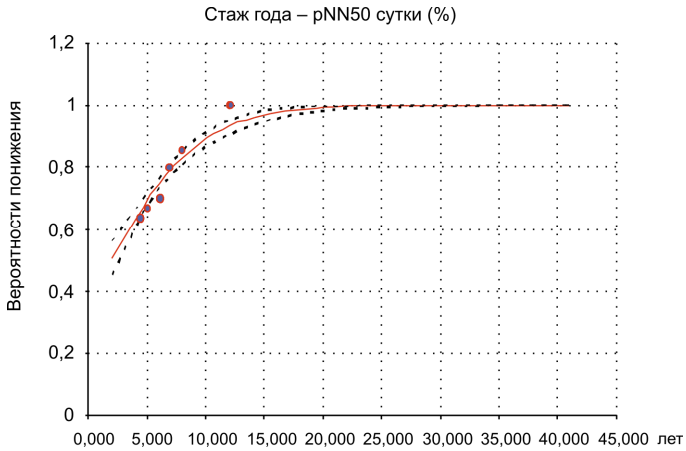


Рис. Зависимость вероятности понижения pNN50 от стажа работы

Таким образом, в группе наблюдения у работников со стажем работы от 10 до 20 лет установлено статистически значимое повышение тонуса симпатической нервной системы, характеризующееся снижением pNN50 в 2,2 раза и повышение тонуса блуждающего нерва, характеризующееся увеличением SDANN в 1,4 раза и SDNN в 1,3 раза. Установлена достоверная зависимость вероятности повышения тонуса симпатической нервной системы от стажа работы.

В медицине труда анализ вариабельности ритма сердца позволяет выявлять влияние различных химических и физических производственных факторов на вегетативную нервную систему с целью ранней диагностики и первичной профилактики сердечно-сосудистой патологии. Данной проблеме посвящены ряд систематических обзоров и оригинальных исследований, которые позволяют оценивать изменения вариабельности ритма в различных профессиональных группах как достоверные и требующие внимания специалистов в области медицины труда [8, 9, 24]. В обсуждении приводятся доступные литературные данные о влиянии ряда производственных факторов на ВРС, в связи с чем и было организовано настоящее исследование вариабельности ритма сердца у работников нефтедобывающего предприятия.

Химические факторы. *Взвешенные частицы* (particulate matter, pm). S.R. Magari et al. [9, 23] установили, что среднее значение интервала RR и SDNN снижается у котельщиков в рабочие дни при более чем 4-часовом воздействии $PM_{2.5}$.

Воздействие высоких концентраций $PM_{2.5}$ преимущественно из сварочных аэрозолей достоверно ассоциировалось со снижением средних RRI, SDNN, rMSSD. Данный эффект был более выражен у лиц, имеющих высокий сердечно-сосудистый риск, по сравнению с рабочими с низким риском [19]. В то же время в исследовании M. Riediker et al. [18], которые изучали влияние на ВРС у водителей $PM_{2.5}$, образующихся при сгорании топлива, не выявлено подобного негативного влияния. Концентрация $PM_{2.5}$ прямо коррелировала с RRI, SDNN и HF-компонентом и обратно коррелировала с отношением LF/HF [18]. Загрязнение воздуха $PM_{2.5}$ ассоциируется с целым рядом патологических состояний, особенно увеличением количества смертей и госпитализации в связи с ССЗ [13]. R.D. Brook et al. [6] указывают, что воздействие взвешенных в воздухе частиц приводит к снижению SDNN и, соответственно, снижению вариабельности ритма, что может являться предиктором фатальных тахиаритмий. Установлено, что снижение вариабельности ритма сердца обратно пропорционально повышению концентрации химических веществ в воздухе. Однако в одном из исследований отмечался рост показателя rMSSD, который характеризует парасимпатический тонус. Это было отмечено только в группе пациентов с имеющимся ССЗ.

Дисульфид углерода. По данным A. Bortkiewicz [11], у мужчин, работающих в условиях воздействия дисульфида углерода, средние RRI, HF и LF после рабочей смены были достоверно ниже в сравнении с контрольной группой. Дисульфид углерода оказывает токсический эффект на сердечно-сосудистую и вегетативную нервную системы, при этом данный эффект сохраняется и после прекращения экспозиции дисульфида углерода. Изменения вариабельности ритма при воздействии данного промышленного токсиканта могут объяснять повышенную смертность от инфаркта миокарда у работников, подвергающихся воздействию дисульфида углерода по отношению к общей популяции [12].

В настоящее время имеется достаточно данных о том, что загрязнение атмосферного воздуха химическими токсикантами промышленного происхождения влияет на электрофизиологические процессы в миокарде человека. В группах пациентов, подвергающихся воздействию химических факторов среды обитания, регистрируется достоверно большее количество наджелудочковых и желудочковых нарушений ритма, в том числе у пациентов с установленным кардиовертером-дефибриллятором. Риск смерти от фатальных аритмий повышается в течение 7 дней после воздействия PM_{10}. Лежащие в основе данных эффектов механизмы не до конца ясны, но предполагается влияние химических токсикантов на вегетативную нервную систему (легочная рефлекторная дуга), непосредственное действие на ионные каналы клеток и активацию системных воспалительных реакций [7].

Физические факторы. *Вибрация.* M.S. Laskar et al. [17] показали, что у работников с диагностированной вибрационной болезнью статистически значимо снижены HF- и LF-компоненты, а также SDNN и rMSSD по отношению к группе сравнения. По данным H. Sakakibara et al. [10], у пациентов с вибрационной болезнью отношение LF/HF достоверно возрастало во время погружения кистей в холодную воду (10 °C), что не наблюдалось у здоровых добровольцев.

Охлаждающий микроклимат. Исследования A. Bortkiewicz et al. [20] показали, что параметры ВРС не отличались у работающих в различных микроклиматических условиях (от –26 до 20 °C).

Научные работы, касающиеся изменений вариабельности ритма сердца у работников нефтедобычи, в отечественной и зарубежной литературе практически отсутствуют. В диссертационном исследовании Э.Р. Уразаевой [4] выявлено достоверное снижение всех показателей вариабельности ритма сердца у бурильщиков. Выявлены: снижение суммарного абсолютного уровня активности регуляторных систем; доминирующая активность очень низких частот, преобладание мощности низкочастотного диапазона над высокочастотным; более ригидный циркадный индекс по сравнению с контролем. У обследованных отмечено статистически значимое снижение активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы в спектре сердечною ритма. Снижение тонуса парасимпатического отдела более выражено в группе бурильщиков.

Выводы:

1. Анализ вариабельности ритма у рабочих предприятий нефтедобычи позволяет с высокой вероятностью выявлять признаки дисфункции вегетативной нервной системы, которая является предиктором кардиоваскулярной патологии.

2. У работников нефтедобычи со стажем работы от 10 до 20 лет установлено статистически значимое повышение тонуса симпатической нервной системы, характеризующееся снижением pNN50 в 2,2 раза, и повышение тонуса блуждающего нерва, характеризующееся увеличением SDANN в 1,4 раза и SDNN в 1,3 раза. Установлена достоверная зависимость вероятности повышения тонуса симпатической нервной системы от стажа работы. Вероятность повышения тонуса симпатической нервной системы от стажа работы может быть следствием возрастных изменений, однако не является типичным инволютивным процессом и требует дальнейшего изучения на большей когорте обследуемых с оценкой всех возможных факторов риска.

3. Результаты проведенного исследования дают возможность рекомендовать оценку показателей вариабельности ритма сердца с помощью суточного мониторирования ЭКГ на этапе углубленного дообследования рабочих после скринингового выявления факторов риска.

Выводы. Кардиоритмография является перспективным методом в ранней диагностике сердечно-сосудистых заболеваний и оценке прогноза у работников, подвергающихся воздействию комплекса вредных факторов производства. По данным литературы, на вариабельность ритма сердца статистически значимо влияет воздействие взвешенных частиц, дисульфида углерода, вибрации. В нашем исследовании установлены изменения вариабельности ритма сердца у работников нефтедобывающего предприятия, подвергающихся воздействию комплекса химических и физических факторов по отношению к группе сравнения. Данные изменения могут усугублять течение артериальной гипертензии у работников предприятия, что требует проведения мероприятий по первичной профилактике сердечно-сосудистых заболеваний.

Список литературы

1. Зубарев А.Ю. Гигиеническая оценка воздействия химических факторов риска на сердечно-сосудистую систему и организация профилактической модели амбулаторно-поликлинической помощи: автореф. дис… канд. мед. наук. – Пермь, 2009. – 26 с.

2. Национальные российские рекомендации по применению методики холтеровского мониторирования в клинической практике / председатель Л.М. Макаров // Российский кардиологический журнал. – 2014. – № 2 (106). – Р. 6–71.

3. Уразаева Э.Р. Клинико-функциональная характеристика сердчено-сосудистой системы у работников нефтедобывающей промышленности: автореф. дис… канд. мед. наук. – Уфа, 2007. – 22 с.

4. Уразаева Э.Р. Состояние сердечно-сосудистой системы у рабочих нефтедобывающей промышленности // Проблемы гигиенической безопасности и управления факторами риска для здоровья населения: матер науч.-практ конф. – Н. Новгород, 2004. – С. 301–303.

5. 24 Hour time domain heart rate variability and heart rate: relations to age and cender over nine decades / K. Umetani [et al.] // JACC. – 1997. – № 31 (3). – P. 593–601.

6. Air Pollution and Cardiovascular Disease: A Statement for Healthcare Professionals From the Expert Panel on Population and Prevention Science of the American Heart Association / R.D. Brook [et al.] // Circulation. – 2004. – Vol. 109. – P. 2655–2671.

7. Air pollution and incidence of cardiac arrhythmia / A. Peters [et al.] Epidemiology. – 2000. – Vol. 11. – P. 11–17.

8. Ambient Pollution and Heart Rate Variability / R.D. Gold [et al.] // Circulation. – 2000. – № 101. – P. 1267–1273.

9. Association of Heart Rate Variability With Occupational and Environmental Exposure to Particulate Air Pollution / R. Shannon [et al.] // Circulation. – 2001. – № 104. – P. 986–991.

10. Autonomic nervous activity during hand immersion in cold water in patients with vibration-induced white finger / H. Sakakibara [et al.] // Ind Health. – 2002. – Vol. 40. – P. 254–259.

11. Bortkiewicz A., Gadzicka E., Szymczak W. Heart rate variability in workers exposed to carbon disulfide // J. Auton. Nerv. Syst. – 1997. – Vol. 66. – P. 62–68.

12. Epidemiological study of the cardiovascular effects of carbon disulphide / M. Vanhoorne [et al.] // Int J Epidemiol. – Vol. 21. – P. 745–752.

13. Fine particulate air pollution and mortality in 20 U.S. cities 1987–1994 / J.M. Samet [et al.] // N. Engl. J. Med. – 2000. – Vol. 343. – P. 1742–1749.

14. Frequency domain measures of heart period variability and mortality after myocardial infarction / J.T. Bigger [et al.] // Circulation. – 1992. – № 85. – P. 164–171.

15. Heart rate variability from short electrocardiographic recordings predicts mortality from all causes in middle-aged and elderly men. The Zutphen Study / J.M. Dekker [et al.] // Am. J. Epidemiol. – 1997. – № 145. – P. 899–908.

16. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use / Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology // Circulation. – 1996. – № 93. – P. 1043–1065.

17. Laskar M.S., Harada N. Assessment of autonomic nervous activity in hand-arm vibration syndrome patients using time- and frequency-domain analyses of heart rate variation // Int Arch. Occup. Environ. Health. – 1999. – Vol. 72. – P. 462–468.

18. Particulate matter exposure in cars is associated with cardiovascular effects in healthy young men / M. Riediker [et al.] // Am. J. Respir. Crit. Care. Med. – 2004. – № 169. – P. 934–940.

19. Personal coronary risk profiles modify autonomic nervous system responses to air pollution / J.C. Chen [et al.] // J. Occup. Environ. Med. – 2006. – Vol. 48. – P. 1133–1142.

20. Physiological reaction to work in cold microclimate / A. Bortkiewicz [et al.] // Int J. Occup. Med. Environ. Health. – 2006. – Vol. 19. – P. 123–131.

21. Prospective study of heart rate variability and mortality in chronic heart failure: results of the United Kingdom heart failure evaluation and assessment of risk trial (UK-heart) / J. Nolan [et al.] // Circulation. – 1998. – № 98. – 1510–1516.

22. Reduced heart rate variability and mortality risk in an elderly cohort. The Framingham Heart Study / H.Tsuji [et al.] // Circulation. – 1994. – № 90. – P. 878–883.

23. The association of particulate air metal concentrations with heart rate variability / S.R. Magari [et al.] // Environ Health Perspect. – 2002. – № 110. – P. 875–880.

24. Togo F., M. Tahahashi Heart Rate Variability in Occupational Health – A Systematic Review // Industrial Health. – 2009. – № 47. – P. 589–602.

Раздел V

Научные исследования в области изучения механизмов воздействия факторов среды обитания на здоровье населения

Особенности иммунологических показателей взрослого населения в условиях воздействия химических факторов, формирующихся в условиях производства алюминия

И.Н. Аликина, О.В. Долгих, М.А. Гусельников

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

Проведен анализ особенностей иммунорегуляторных показателей взрослого населения, проживающего в условиях аэрогенной экспозиции алюминием. В результате проведенных исследований установлено, что у обследованных наблюдаются нарушения клеточного звена иммунитета, которые проявляются в снижении фагоцитарной активности и дефиците защитных общих IgG, активации Т-клеточных рецепторов $CD127^-$, повышении содержания транскрипционного фактора p53, антиапоптотического белка bcl-2, активационного фактора $CD25^+$ и рецептора $CD95^+$, играющих важную роль в контроле функционирования иммунной системы ($p < 0,05$). Наблюдается достоверное повышение специфического IgG к алюминию, выявлено снижение уровня серотонина по отношению к физиологической норме и контрольной группе ($p < 0,05$). Изменения иммунологического статуса, определяющего его особенности в конкретных условиях среды, характеризуют феномен истощения потенциала иммунной (клеточный дефицит) и нервной (астения) регуляции.

Ключевые слова: алюминий, аэрогенное воздействие, иммунологические показатели, CD-маркеры.

В промышленно развитых регионах состояние окружающей среды отличается стабильным загрязнением химическими веществами, крайне опасными для здоровья населения [1, 2]. В районах размещения мощных алюминиевых производств основным источником контаминации является алюминийсодержащие пыли. Алюминий и его соединения обладают иммунотоксичным действием на организм человека, являются причиной клеточного иммунодефицита, а также способны вызывать аллергические реакции в связи с супрессивным действием на митогенопосредованный иммунный ответ [3–6]. Иммунная регуляция играет важную роль в организации поддержания гомеостаза, поэтому изучение ее особенностей в условиях избыточной нагрузки химическими факторами может внести существенный вклад в решение задачи снижения отрицательных последствий негативного воздействия средовых факторов на организм.

Цель работы – оценить состояние иммунологического здоровья взрослого населения, проживающего в условиях внешнесредового аэрогенного воздействия алюминия.

Материалы и методы. Было выполнено диагностическое обследование 78 человек, постоянно проживающих в г. Шелехове (Иркутская область), с многосредовым воздействием химических факторов в зоне влияния предприятий с высо-

ким уровнем загрязнения атмосферного воздуха химическими примесями, в том числе алюминием. Группу сравнения составили 22 человека, проживающие на условно чистой территории Иркутской области (пос. Листвянка).

Обследование включало в себя определение сывороточных иммуноглобулинов A, M, G – методом радиальной иммунодиффузии по Манчини, фагоцитарную активность клеток изучали с использованием в качестве объектов фагоцитоза формалинизированных эритроцитов барана, определение маркера нейроэндокринной системы, а именно медиатора нервной системы – серотонина – проводили методом иммуноферментного анализа, кроме того, изучение маркеров клеточной дифференцировки и оценку системы апоптоза внутриклеточной экспрессии белка Bcl-2 – методом проточной цитометрии на проточном цитометре FACSCalibur фирмы Becton Dickinson с использованием соответствующих моноклональных антител Becton Dickinson с помощью универсальной программы CellQuestPrO.

Специфические антитела к алюминию определяли методом аллергосорбентного тестирования с ферментной меткой (IgG к алюминию).

Статистическая обработка результатов включала в себя описательную статистику и двухвыборочный *t*-критерий Стьюдента. Различия между группами считались значимыми при $p < 0{,}05$.

Результаты и их обсуждение. Проведенный сравнительный анализ обследованных с показателями физиологической нормы и контрольной группы позволил установить, что в основной группе обследованного взрослого населения, проживающих в г. Шелехове, наблюдаются достоверные изменения врожденного клеточного иммунитета, выражающиеся в снижении фагоцитарного числа по отношению к норме ($p < 0{,}05$) и группе сравнения ($p < 0{,}05$) (в 1,7 и 1,4 раза соответственно) (табл. 1).

Таблица 1

Показатели иммунного статуса взрослого населения в условиях аэрогенного воздействия алюминия

Показатель	Физиологическая норма	Группа наблюдения (n = 78), $M \pm m$	Группа сравнения (n = 22), $M \pm m$
Абсолютный фагоцитоз, 10^9/дм^3	0,964–2,988	1,426 ± 0,1**	1,897 ± 0,359
Фагоцитарное число, усл. ед.	0,8–1,2	0,694 ± 0,04*/**	0,981 ± 0,177
IgG, г/дм^3	10–18	11,619 ± 0,416**	16,229 ± 1,077
Bcl-2, %	1–1,5	2,813 ± 0,919*/**	1,017 ± 0,427
CD127-лимфоциты, абс., 10^9/дм^3	0,015–0,04	0,082 ± 0,026*/**	0,043 ± 0,026
CD127-лимфоциты, отн., %	0,8–1,2	4,005 ± 0,943*/**	1,704 ± 0,711
CD3+CD25+-лимфоциты, отн., %	13–24	9,097 ± 2,37*/**	5,143 ± 1,677
CD3+CD95+-лимфоциты, абс., 10^9/дм^3	0,63–0,97	0,477 ± 0,094*/**	0,285 ± 0,055
CD3+CD95+-лимфоциты, отн., %	39–49	24,71 ± 3,546*/**	13,143 ± 2,33
p53, %	1,2–1,8	2,649 ± 0,617	2,353 ± 0,677

Примечание:
* – разница достоверна относительно референтного интервала ($p < 0{,}05$);
** – разница достоверна относительно группы сравнения ($p < 0{,}05$).

Установлены разнонаправленные изменения содержания сывороточных иммуноглобулинов A, M и G с преимущественным дефицитом IgG по отношению к возрастной норме (15,4 %). Однако сравнение с группой контроля выявило достоверно пониженный в 1,4 раза уровень анализируемых антител с преимущественным дефицитом IgG ($p < 0,05$).

Анализ отношения шансов изменения показателей гуморального иммунитета при возрастании концентрации контаминантов в биологических средах позволил установить достоверное ($p < 0,05$) понижение концентрации IgG при увеличении концентрации алюминия в крови (R^2 = 0,26–0,92 при $p < 0,05$), а также при увеличении концентрации алюминия в моче (R^2 = 0,23–0,43 при $p < 0,05$).

В результате сравнения уровня специфической сенсибилизации к алюминию по отношению к группе сравнения наблюдается повышение уровня $IgG_{спец.}$ в 3,1 раза. Достоверно повышен уровень специфической сенсибилизации к алюминию по отношению к норме в 2 раза ($p < 0,05$) (табл. 2).

Таблица 2

Особенности специфической сенсибилизации взрослого населения в условиях аэрогенного воздействия алюминия

Показатель	Физиологическая норма	Группа наблюдения (n = 78), $M \pm m$	Группа сравнения (n = 22), $M \pm m$
IgG к алюминию, усл. ед.	0–0,1	0,196 ± 0,037*	0,063 ± 0,032

Примечание:
* – разница достоверна относительно референтного интервала ($p < 0,05$);
** – разница достоверна относительно группы сравнения ($p < 0,05$).

Наблюдается достоверное снижение медиатора серотонинергической регуляции – серотонина – как по отношению к физиологической норме, так и по отношению к контрольной группе в 9,6 и 4,4 раза соответственно ($p < 0,05$) (табл. 3).

Таблица 3

Особенности показателя нейроэндокринной системы взрослого населения в условиях аэрогенного воздействия алюминия

Показатель	Физиологическая норма	Группа наблюдения (n = 78), $M \pm m$	Группа сравнения (n = 22), $M \pm m$
Серотонин, нг/см^3	80–450	46,839 ± 7,569*/**	206,183 ± 45,398

Примечание:
* – разница достоверна относительно референтного интервала ($p < 0,05$);
** – разница достоверна относительно группы сравнения ($p < 0,05$).

Наблюдаются достоверные отклонения показателей CD-иммунограммы в сравнении с референтным уровнем. У 64–87 % взрослых достоверно повышены по отношению к норме показатели относительного и абсолютного содержания Т-регуляторных лимфоцитов – $CD127^-$, отвечающих за супрессию иммунного ответа и антиапоптотического фактора bcl2, а также содержание транскрипционного фактора p53 ($p < 0,05$), одновременно снижены значения активационных маркеров $CD95^+$ и $CD25^+$.

У взрослого населения основной группы выявлено достоверное повышение отвечающего за апоптоз антиапоптотического белка bcl2, CD127-лимфоцитов (абс. и отн.), а также активационных клеточных маркеров (рецептора клеточной смерти CD95+абс. и отн., рецептора ИЛ2 CD25+) ($p < 0,05$) по отношению к группе сравнения – в 2,8, 2,4, 1,9, 1,8, 1,7, 1,9 раза соответственно.

Использование методического приема оценки отношения шансов изменения иммунологических тестов при возрастании концентрации контаминантов в биологических средах позволило установить достоверное ($p < 0,05$) повышение bax, p53. $CD95^+$, $CD25^+$, bcl2, $CD127^-$ при увеличении концентрации алюминия в моче ($R^2 = 0,15–0,49$ при $p < 0,05$).

Выводы. Оценка иммунного статуса показала, что у взрослого населения, проживающего на территории избыточной аэрогенной экспозиции соединениями алюминия, полученные данные свидетельствуют о перестройке рецепторов иммунокомпетентных клеток, повышая их уязвимость. Данный процесс протекает с признаками активации супрессорных Т-клеточных рецепторов $CD127^-$, иммунорегуляторных факторов, принимающих участие в апоптозе – p53, антиапоптотического белка bcl2, рецептора клеточной смерти CD95+, также наблюдается снижение уровня серотонина по отношению к физиологической норме и контрольной группе ($p < 0,05$). Особенности иммунологического статуса в конкретных антропогенно измененных условиях среды характеризуют феномен истощения потенциала иммунной (клеточный дефицит) и нервной (астения) регуляции.

Список литературы

1. Долгих О.В., Кривцов А.В., Бубнова О.А. Иммуногенетические показатели у работающих в условиях сочетанного воздействия пыли и производственного шума // Российский иммунологический журнал. – 2015. – Т. 9 (18), № 2 (1). – С. 551–553.

2. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Землянова М.А. Гигиеническая индикация последствий для здоровья при внешнесредовой экспозиции химических факторов / под ред. Г.Г. Онищенко. – Пермь: Книжный формат. – 2011. – 532 с.

3. Цидильковская Э.С. Особенности реагирования иммунной системы рабочих в условиях современного производства алюминия // Медицина труда и промышленная экология. – 2001. – № 11. – С. 38–41.

4. Шугалей И.В., Гарабаджиу А.В., Илюшин М.А. Некоторые аспекты влияния алюминия и его соединений на живые организмы // Экологическая химия. – 2012. – Т 21, № 3. – С. 172–186.

5. Duramad P., Holland N.T. Biomarkers of immunotoxicity for environmental and public health research // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2011. – № 5. – P. 138–401.

6. Hartwell B.L., Pember F.R. The presence of aluminum as a reason for the difference in the effect of so-called acid soil on barley and rye // Soil Sci. – 1998. – № 6. – P. 259–281.

Неблагоприятные эффекты воздействия фталатов на организм человека. Пути поступления фталатов в организм. Государственное регулирование применения фталатов при производстве полимерной упаковки (литературный обзор)

С.Е. Зеленкин

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

Проведен обзор литературных источников по проблеме использования фталатов. По результатам обзора установлены основные негативные эффекты на эндокринную систему, приведены данные о путях поступления фталатов в организм, в том числе и пероральном как об основном пути. Рассмотрена проблема миграции фталатов из полимерной упаковки в пищевые продукты. Особое внимание уделено миграции фталатов в молоко, что объясняется объемами потребления этого продукта населением. Обзор законодательных актов Российской Федерации и Европейского союза показал недостаточный контроль применения фталатов при производстве полимерной упаковки для продуктов питания в России.

Ключевые слова: фталаты, эндокринная система, полимерная тара, молоко, миграция.

Фталаты, эфиры фталевой кислоты, были впервые получены в 20-х гг. XX в. [1]. Активное применение им нашли в 1930-х гг. при производстве пластмасс с целью придания последним прочности и гибкости. Со второй половины прошлого столетия фталаты активно используются во многих сферах не только в качестве пластификаторов, но и в качестве добавок во многие виды продуктов.

В мире наиболее распространенными фталатами в промышленности являются дибутилфталат (ДБФ), бензилбутилфталат (ББФ), ди-2-этилексилфталат (ДЭГФ), диизононилфталат (ДИНФ), диизодексилфталат (ДИДФ), ди-октилфталат (ДОФ), диэтилфталат (ДЭФ). Наибольшую опасность среди них представляют ДБФ, ББФ, ДЭГФ. Согласно классификации REACH (Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemical substances), действующей в рамках законодательства Европейского союза, эти фталаты относятся к короткоцепочечным и представляют наибольшую опасность для человека [36].

Фталаты обладают несколькими токсическими эффектами на организм. Известно об их влиянии на репродуктивную, дыхательную системы, канцерогенез, а также на развитие аутизма [12]. Кроме того, имеются данные о влиянии этих соединений на липидный обмен [19], а также на развитие инсулинорезистентности и сахарного диабета 2-го типа у пожилых. Имеется достоверная связь между концентрацией фталатов в моче и развитием синдрома дефицита внимания и гиперактивности у детей в возрасте 6–15 лет [8].

Основные эффекты при исследовании у животных приходятся на печень и репродуктивную систему.

В отношении репродуктивной системы установлено, что у самцов крыс пероральное поступление ДЭГФ приводит к атрофии семявыносящего протока, уменьшению массы яичек, снижению количества вырабатываемой спермы и снижению уровня цинка в яичке [5]. Все вышеперечисленное в итоге приводит к бесплодию. Схожие эффекты, предположительно, могут наблюдаться у человека и не проявляться годами до взросления [38]. На уровне гонад фталаты повреждают андрогензависимые процессы, нарушают половую дифференцировку и влияют на репродуктивную функцию и половое поведение у крысят [37].

На уровне гипоталамо-гипофизарной системы ДЭГФ, поступающий в дозе 30 мг/кг массы тела/день, меняет аминокислотную структуру нейротрансмиттеров гипоталамуса и выработку фолликулостимулирующего гормона (ФСГ) у 30-дневных крыс [21]. У самцов, рожденных от самок, на которых оказывалось воздействие фталатами, чаще встречались случаи крипторхизма и гипоспадии [16]. Фталаты индуцируют эти неблагоприятные эффекты, возникающие в результате нарушенного функционирования клеток Лейдига и снижения синтеза тестостерона [7, 34].

О влиянии фталатов на самок крыс известно немного. Имеются данные о развитии атрезии третичных фолликулов у взрослых самок. Воздействие ДЭГФ на взрослых крыс приводит к развитию синдрома поликистозных яичников [6]. Моноэтилгексилфталат (МЭГФ), активный метаболит ДЭГФ, уменьшает выработку эстрадиола в культуре незрелых клеток путем снижения активности ароматазы (фермента, ограничивающего скорость перехода тестостерона в эстрадиол) [25, 26]. На уровне гипоталамо-гипофизарной системы самок крыс ДЭГФ оказывает двойственное действие, стимулируя выработку гормонов гипофиза и в то же самое время уменьшая стероидогенез овариальных гранулярных клеток [15, 38].

Изучение влияния фталатов на деятельность щитовидной железы показало, что имеет место обратная связь содержания моно-н-бутилфталата (МБФ) в моче и уровня свободного тироксина (FT_4) и тироксина (T_4). Выдвинуто предположение, что ди-н-бутилфталат (ДБФ) может нарушать активность щитовидной железы у беременных женщин [9].

Имеются сведения о наличии обратной связи между уровнями T_4 и уровнем МЭГФ в моче у взрослых мужчин [27]. Также показана значительная обратная и зависимая от дозы связь между T_4 и метаболитами ДЭГФ в моче у взрослых, согласно Национальной программе проверки здоровья и питания (NHANES) в США (по данным на 2007–2008 гг.), тогда была обнаружена сильная прямая связь между метаболитами ДЭГФ и общим трийодтиронином (T_3) среди подростков [28].

В Дании другое исследование показало, что уровни метаболитов фталатов в моче связаны с функцией щитовидной железы, инсулиноподобным фактором роста I (IGF-I) и параметрами роста у детей. У девочек метаболиты фталатов были отрицательно связаны с сывороточными уровнями свободного и общего T_3, тогда как метаболиты ДЭГФ и диизононилфталата (ДИНФ) были отрицательно связаны с IGF-I у мальчиков [9].

Имеются некоторые данные, свидетельствующие о возможной антитиреоидной активности ДБФ и ДЭГФ у восприимчивой и общей популяции. Хотя рост жи-

вотных и клеточных моделей демонстрируют антитиреоидную активность фталатов, для выяснения воздействия на здоровье человека необходимы более масштабные последующие перспективные исследования [23].

Фталаты представляют собой соединения с непрочными связями с матрицей. Как под действием внешних физических факторов, так и вне их наблюдается миграция соединений в окружающую среду. Наибольший интерес для исследования представляет анализ миграции фталатов из полимерной упаковки в пищевые продукты. Они остаются основным источником поступления нескольких фталатов в организм человека [32]. Наиболее «загрязненными», в частности ДЭГФ, в этом отношении из упакованных продуктов является жирная пища.

В организм фталаты могут поступать различными путями: перорально, ингаляционно, через кожные покровы [39]. Наиболее распространенным является пероральный.

Источниками фталатов могут выступать различные окружающей среды, с которыми так или иначе контактирует человек и которые в своем составе имеют пластик.

Так, установлено, что из сумок и одежды, изготовленных с использованием полимерных материалов, выделяются ДИБФ, ДБФ, ДЭГФ. Также в аналогичном исследовании установлено, что уровни фталатов отличаются в разных местах тела [20].

К наиболее частым источникам фталатов, в том числе, относятся и пищевые продукты, упакованные в полимерную и полимерсодержащую тару.

В настоящее время применяется несколько видов упаковочной пищевой пленки из различных материалов: поливинилхлорид (ПВХ, PVC), полиэтилен (ПЭ, PE), поливинилиденхлорид (ПВДХ, PVDC), восстановленная целлюлоза (RCF), ацетат целлюлозы и т.д. Все указанные материалы в той или иной степени содержат различные пластификаторы, в том числе и ДЭГФ [34]. Поскольку фталаты непрочно связаны с матрицей, их миграция в продукты неизбежна. Наряду со фталатами из пленки в продукты питания поступает также ди-2-этилгексиладипинат (DEHA). Как и в случае с фталатами, его концентрация напрямую зависит от жирности продукта [22, 30].

Особый интерес для изучения представляет миграция фталатов в молоко из полимерной тары, поскольку молоко является наиболее популярным продуктом питания у населения. Установлено, что в Российской Федерации около 65 % мужчин и 75 % женщин от 14 лет и старше, а также около 80 % детей в возрасте 3–13 лет употребляют молоко и молочные продукты ежедневно или несколько раз в неделю. Уровень потребления молока (включая масло) у мужчин в среднем за год составил 305,4 кг, у женщин – 276,5 кг [4].

Миграция пластификаторов (и фталатов в частности) в молоко начинается на ферме еще с дойки коров. При этом их концентрация зависит от способа дойки (машинная или ручная). Так, установлено, что содержание ДБФ, ДЭГФ и их суммы при ручной дойке почти в 2 раза меньше, чем при машинной [24].

Значительная миграция фталатов в молоко отмечается после процесса упаковки. Начиная с этого периода, концентрация фталатов в молоке приближается к максимальным значениям. При этом миграция пластификаторов возможна не только с внутреннего слоя упаковки, но и из чернил наружного слоя. Так, было проведено исследование, установившее, что миграция пластификаторов, в частности дициклогескилфталата (ДЦГФ) и ДБФ, из печатных материалов добавляет

в «копилку» фталатов в продуктах питания до 7 мг на кг продукта при хранении последнего в упаковке в течение 180 дней. Однако стоит отметить, что в исследовании речь шла о снековой продукции. Подобное исследование для молока не проводилось [11].

Большое количество исследований по оценке миграции фталатов в молоко проведено на модельных средах. Согласно Директиве Совета Европейских сообществ 85/572/ЕЕС от 1985 г., актуальной по настоящее время, в качестве модельных сред используются: для молока – дистиллированная вода; для молочных продуктов – 3 % раствор уксусной кислоты [13].

Так, при исследовании миграции пластификаторов в различные модельные среды установлено, что на 10-й день экспозиции уровень фталатов, мигрирующих из пищевой тары, составил 16,3 мг/кг для дистиллированной воды, 12,5 мг/кг для 3 % раствора ацетата [14].

При изучении миграции фталатов из полимерных упаковок в модельные среды установлено следующее. Полимерная пленка из LDPE «выделяет» в модельную среду ДБФ в количесве 30 ± 8 нг/л. Комбинированная упаковка Tetrapak «выделяет» в модельную среду ДМФ в количестве 12 ± 5 нг/л, а также ДБФ (40 ± 15 нг/л) [30].

Исследователями установлены пределы специфической миграции (SML) для следующих соединений: ДЭГФ – 1,5 мг/кг модельной среды; ДБФ – 0,3 мг/кг модельной среды; ББФ – 30,0 мг/кг модельной среды [31].

В Российской Федерации, а также в странах Евразийской экономической комиссии предельно допустимые количества миграции (ДКМ, SML) фталатов регламентируются техническим регламентом Таможенного союза (ТР ТС) 005/2011 «О безопасности упаковки». Согласно этому документу, ДКМ из пищевой упаковки в продукт установлен только для диоктилфталата на уровне 2 мг/л. Миграция (и, как следствие, присутствие) дибутилфталата не нормируется [2].

Согласно Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду», референтная доза при хроническом пероральном поступлении для ББФ установлена на уровне 0,2 мг/кг массы тела (органы-мишени – печень и поджелудочная железа), для ДЭГФ – 0,02 мг/кг массы тела (органы-мишени – печень и гормональная система), для ДБФ – 0,1 мг/кг массы тела (системное действие), для ДИНФ – 0,02 мг/кг массы тела, для ДМФ – 10,0 мг/кг массы тела (орган-мишень – почки), для ДОФ – 0,04 мг/кг массы тела (органы-мишени – печень, щитовидная железа), ДЭФ – 0,8 мг/кг (системный эффект). ДЭГФ, помимо всего остального, является канцерогеном [3].

Научной группой Европейского агентства по безопасности продуктов питания (EFSA) для ББФ установлены уровень необнаружения вредных эффектов (NOAEL) и наименьший наблюдаемый уровень неблагоприятного воздействия (LOAEL) для фталатов в значениях 20 мг/кг массы тела в день и 100 мг/кг массы тела в день соответственно [17].

В странах ЕС использование фталатов (в частности ДЭГФ) запрещено для изготовления колпачков и крышек, однако в производстве полимерной тары для продуктов использование допустимо при условии, что тара не контактирует с жирной пищей [10, 18]. В Российской Федерации ограничений на использование фталатов при производстве тары на законодательном уровне не предусмотрено.

Исходя из обзора изложенной информации, можно утверждать, что миграция и последующее поступление фталатов в организм способны привести к развитию неблагоприятных эффектов со стороны ряда органов и систем (в частности, со стороны эндокринной и репродуктивной систем). Особое внимание следует уделить поступлению фталатов с продуктами, упакованными в полимерную и полимерсодержащую тары. На законодательном уровне необходима разработка и внедрение предельно допустимых уровней поступления фталатов в организм и, как следствие, регулирование использования отдельных представителей фталатов при производстве полимерных упаковок.

Список литературы

1. Иванов А.В., Давлетова Н.Х., Тафеева Е.А. Анализ современных представлений о миграции полимерных веществ из упаковки в питьевую воду при хранении и влиянии их на живые организмы // Гигиена и санитария. – 2013. – № 2. – С. 25–29.

2. О безопасности упаковки: технический регламент Таможенного союза 005/2011 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_119326/c090d656a97a1e36dc19e9cb27ab67eb362dd8e4/ (дата обращения: 18.06.2018).

3. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава Росии, 2004. – 143 с.

4. Рацион питания населения. 2013: статистический сборник. – М., 2016. – 220 с.

5. A dose response study following in utero and lactational exposure to di-(2-ethylheyl) phatalate (ДЭГФ): effects on androgenicstatus, developmental landmarks and testicular histology in male offspring rats / A.J. Andrade, S.W. Grande, C.E. Talsness, K. Grote, A. Golombiewski, A. Sterner-Koch // Toxicology. – 2006. – № 225. – P. 64–74.

6. A dose–response study following in utero and lactational exposure to di-(2-ethylhexyl) phthalate (ДЭГФ): reproductive effects on adult female offspring rats / S.W. Grande, J.M. Andrade, C.E. Talsness, K. Grote, A. Golombiewski, A. Sterner-Kock // Toxicology. – 2007. – № 229. – P. 114–122.

7. Akingbemi B.T., Hardy M.P. Oestrogenic and antiandrogenic chemicals in the environment: effects on male reproductive health // Ann. Med. – 2001. – № 33. – P. 391–403.

8. Association between phthalates and attention deficit disorder and learning disability in U.S. children, 6–15 years / V. Chopra, K. Harley, M. Lahiff, B. Eskenazi // Environmental Research. – 2014. – № 128. – P. 64–69.

9. Associations between urinary phthalate monoesters and thyroid hormones in pregnant women / P.C. Huang, P.L. Kuo, Y.L. Guo [et al.] // Hum. Reprod. – 2007. – Vol. 22. – P. 2715–2722.

10. Cao X.-L. Phthalate Esters in Foods: Sources, Occurrence, and Analytical Methods // Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety. – 2010. – Vol. 9. – P. 21–43.

11. Castle L., Mayo A., Gilbert J. Migration of plasticizers from printing inks into foods // Food Additives & Contaminants. – 1989. – Vol. 6, № 4. – P. 437–443.

12. Childhood exposure to phthalates: associations with thyroid function, insulin-like growth factor I, and growth / M. Boas, H. Frederiksen, U. Feldt-Rasmussen [et al.] // Environ. Health Perspect. – 2010. – Vol. 118. – P. 1458–1464.

13. COUNCIL DIRECTIVE of 19 December 1985 laying down the list of simulants to be used for testing migration of constituents of plastic materials and articles intended to come into contact with foodstuffs (85/572/EEC) [Электронный ресурс]. – URL: http: //extwprlegs1.fao.org/docs/texts/eur18916.doc (дата обращения: 18.06.2018).

14. Daun H., Gilbert S.G. Migration of plasticizers from polyvinylchloride packaging films to meat // J. Food Sci. – 1977. – № 42. – P. 561–562.

15. Different effects by sex on hypothalamic-pituitary axis of prepubertal offspring rats produced by in utero and lactational exposure to di- (2-ethylhexyl) phthalate (ДЭГФ) / S. Carbone, Y.A. Samaniego, R. Cutrera, R. Reynoso, N. Cardoso, P. Scacchi, J.A. Moguilevsky, O.J. Ponzo // Neurotoxicology. – 2012. – № 33. – P. 78–84.

16. Dose-related effect by maternal exposure to di- (2-ethylhexyl) phthalate plasticizer on inducing hypospadiac male rats / M. Li, L. Qiu, Y. Zhang, Y. Hua, S. Tu, Y. He, S. Wen, Q. Wang, G. Wei // Environ. Toxicol. Pharmacol. – 2013. – № 35. – P. 55–60.

17. European Food Safety Authority. Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food (AFC) on a request from the Commission related to butylbenzylphthalate (BBP) for use in food contact materials // EFSA J. – 2005. – Vol. 241. – P. 1–14.

18. European Union. COMMISSION DIRECTIVE 2007/19/EC amending Directive 2002/72/EC relating to plastic materials and articles intended to come into contact with food and Council Directive 85/572/EEC laying down the list of simulants to be used for testing migration of constituents of plastic materials and articles intended to come into contact with foodstuffs [Электронный ресурс] // EUR-Lex. – URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32007L0019 (дата обращения: 18.06.2018).

19. Frank P. Bell. Effects of Phthalate Esters on Lipid Metabolism in Various Tissues, Cells and Organelles in Mammals // Environmental Health Perspectives. – 1982. – № 45. – P. 41–50.

20. Gong M., Weschler C.J., Zhang Y. Impact of Clothing on Dermal Exposure to Phthalates: Observations and Insights from Sampling Both Skin and Clothing // Environ. Sci. Technol. – 2016. – Vol. 50. – P. 4350–4357.

21. Impact of gestational and lactational phthalate exposure on hypothalamic content of amino acid neurotransmitters and FSH secretion in peripubertal male rats / S. Carbone, B. Szwarcfarb, O. Ponzo, R. Reynoso, N. Cardoso, L. Dieguiz // Neurotoxicology. – 2010. – № 31. – P. 747–751.

22. Intake of phthalates and di (2-ethylhexyl) adipate: results of the integrated exposure assessment survey based on duplicate diet samples and biomonitoring data / H. Fromme, L. Gruber, M. Schlummer, G. Wolz, S. Boehmer, J. Angerer [et al.] / Environment International. – 2007. – № 33. – P. 1012–1020.

23. Kamrin M.A. Phthalate risks, phthalate regulation, and public health: a review // J. Toxicol. Environ. Health B: Crit. Rev. – 2009. – № 12. – P. 157–174.

24. Krejčíková M., Jarošová A. Phthalates in cow milk depending on the method of milking // MENDELNET. – 2013. – P. 592–596.

25. Lovekamp T.N., Davis B.J. Mono- (2-ethylhexyl) phthalate suppresses aromatase transcript levels and estradiol production in cultured rat garnulosa cells // Toxicol. Appl. Pharmacol. – 2001. – № 172. – P. 217–224.

26. Lovekamp-Swan T., Davis B.J. Mechanisms of phthalate ester toxicity in the female reproductive system // Environ. Health Perspect. – 2003. – № 111 – P. 139–145.

27. Meeker J.D., Calafat A.M., Hauser R. Di (2-ethylhexyl) phthalate metabolites may alter thyroid hormone levels in men // Environ. Health Perspect. – 2007. – Vol. 115. – P. 1029–1034.

28. Meeker J.D., Ferguson K.K. Relationship between urinary phthalate and bisphenol A concentrations and serum thyroid measures in U.S. adults and adolescents from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2007–2008 // Environ. Health Perspect. – 2011. – Vol. 119. – P. 1396–1402.

29. Migration of phthalates, alkylphenols, bisphenol A and di (2-ethylhexyl) adipate from food packaging / E. Fasano, F. Bono-Blay, T. Cirillo, P. Montuori, S. Lacorte // Food Control. – Vol. 27 (2012). – P. 132–138.

30. Migration of Phthalates from Plastic Products to Model Solutions / J. Bosnir [et al.] // Coll. Antropol. – 2003. – Vol. 27, № 1. – P. 23–30.

31. Petersen J.H., Jensen L.K.. Phthalates and food-contact materials: enforcing the 2008 European Union plastics legislation // Food Additives & Contaminants: Part A. – 2010. – Vol. 27, № 11. – P. 1608–1616.

32. Phthalate exposure through food and consumers' risk perception of chemicals in food / M.D. Spillmann, M. Siegrist, C. Keller, M. Wormuth // Risk Analysis. – 2009. – № 29. – P. 1170–1180.

33. Phthalate-induced testicular dysgenesis syndrome: Leydig cell influence. / G.S. Hu, Q.Q. Lian, R.S. Ge, D.O. Hardy, X.K. Li // Trends. Endocrinol. Metab. – 2009. – № 20. – P. 139–145.

34. Phthalates in products that children are in direct contact with / K. Tønning, E. Jacobsen, Pedersen E., N.H. Nillsson // Survey of Chemical Substances in Consumer Products. – 2010. – № 109. – P. 1–60.

35. Phthalates: European regulation, chemistry, pharmacokinetic and related toxicity / P. Ventrice, D.Ventrice, E. Russo, G. De Sarro // Environmental toxicology and pharmacology. – № 36 (2013). – P. 88–96.

36. Skakkebæk N.E., Rajpert-DeMeyts E., Main K.M. Testicular dysgenesis syndrome: An increasingly common developmental disorder with environmental aspects // Hum. Reprod. – 2001. – № 16. – P. 972–978.

37. Svechnikova I., Svechnikov K., Soder O. The influence of di- (2-ethylhexyl) phthalate on steroidogenesis by the ovarian granulose cells of immature female rats // J. Endocrinol. – 2007. – № 194. – P. 603–609.

38. Swan S.H. Environmental phthalate exposure in relation to reproductive outcomes and other health endpoints in humans // Environ. Res. – 2008. – № 108. – P. 177–184.

39. What are the sources of exposure to eight frequently used phthalic acid esters in Europeans? / M. Wormuth, M. Scheringer, M. Vollenweider, K.Hungerbuhler // Risk Analysis. – 2006. – № 26. – P. 803–824.

Исследование и оценка некоторых биохимических показателей, характеризующих состояние сердечно-сосудистой системы у детей и взрослых, проживающих в зоне влияния выбросов целлюлозно-бумажного предприятия

Ю.В. Кольдибекова

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

Неудовлетворительное качество атмосферного воздуха территории с размещением целлюлозно-бумажного производства по содержанию фенола, никеля и бензола формирует неприемлемый риск развития неканцерогенных эффектов со стороны сердечно-сосудистой системы. У детей и взрослых группы наблюдения содержание в крови фенола, никеля и бензола превышает аналогичные показатели в крови детей и взрослых групп сравнения. Маркерами ингаляционной экспозиции обоснованы концентрации никеля, фенола и бензола в крови. Установлены биохимические показатели, отклонения которых свидетельствуют о риске развития негативных эффектов со стороны сердечно-сосудистой системы (повышение уровня соотношения Апо В100/Апо А1 за счет достоверного повышения фракции Апо В100 и тенденции к снижению Апо А1, повышение уровня общего холестерина, триглицеридов, липопротеидов низкой плотности, липопротеидов очень низкой плотности в сыворотке крови и повышение индекса атерогенности, доказанно связанных с повышенным содержанием в крови бензола и фенола.

Ключевые слова: атмосферный воздух, фенол, бензол, никель, негативные эффекты, сердечно-сосудистая система.

Одним из приоритетных направлений развития медицинской науки в Российской Федерации является профилактика развития сердечно-сосудистых заболеваний[1]. По данным экспертов ВОЗ, сердечно-сосудистые заболевания являются основной причиной смертности населения во всем мире [2, 4]. В настоящее время среди факторов, способствующих возникновению и развитию сердечно-сосудистых заболеваний, а также росту смертности от данного вида патологии, научные сообщества все большее внимание уделяют исследованию техногенных факторов окружающей среды [6, 7]. Многолетние наблюдения и исследования показали, что нарушения функции сердечно-сосудистой системы как одной из наиболее реактивных систем организма наблюдаются при действии различных факторов химической природы. Например, химическое загрязнение атмосферного воздуха повышает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, что в значительной мере влияет на продолжительность жизни [4]. У населения, проживающего вблизи промышленных

[1] Стратегия развития медицинской науки в Российской Федерации на период до 2025 года / Утв. распоряжением Правительства Российской Федерации № 2580-р от 28 декабря 2012 г. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.rosminzdrav.ru/ministry/61/23/stranitsa-967/strategiya-razvitiya-meditsinskoy-nauki-v-rossiyskoy-federatsii-na-period-do-2025-goda (дата обращения: 22.06.2018).

предприятий, отмечается повышенный в 2–4 раза уровень заболеваемости системы кровообращения и увеличение в 2–2,5 раза частоты сердечно-сосудистой патологии, зависимость между частотой госпитализаций по поводу стенокардии и повышением уровня среднемесячной концентрации оксида углерода и фенола [1, 5]. Химические вещества при аэрогенном поступлении в организм человека способны напрямую повреждать сосудистую стенку с развитием генерализованной иммуновоспалительной реакции, запускающей пролиферацию гладкомышечных клеток, мышечно-эластическую гиперплазию интимы и фиброзной бляшки, преимущественно в сосудах. Помимо этого ряд химических веществ способны вызывать лабильность сосудистого тонуса и инициировать тромбообразование [8].

По мнению ведущих отечественных ученых, снижение распространенности и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в России может быть достигнуто при условии расширения научных исследований сердечно-сосудистых заболеваний и укрепления доказательной базы для обоснования и внедрения эффективных мер профилактики для населения.

Цель исследования – исследование и оценка состояния сердечно-сосудистой системы у детей и взрослых, проживающих в зоне влияния выбросов целлюлозно-бумажного производства.

Материалы и методы. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха территории наблюдения с размещением целлюлозно-бумажного производства и сравнительной территории без аналогичного источника выбросов проведена по данным Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга за период 2014–2016 гг.

Оценка риска здоровью детского и взрослого населения в условиях хронического воздействия выполнена в соответствии с Р 2.1.10.1920-04[1] по оценке риска с расчетом показателя коэффициента (*HQ*) и индекса опасности (*HI*).

Углубленным обследованием охвачено 189 детей в возрасте 3–10 лет (группа наблюдения № 1) и 86 взрослых в возрасте 22–50 лет (родители детей – группа наблюдения № 2), постоянно проживающих в селитебной застройке в зонах экспозиции химических факторов изучаемого источника воздействия. Для проведения сравнительного анализа обследована группа населения, не подвергающаяся воздействию приоритетных химических факторов риска целлюлозно-бумажного производства, соответствующая по возрастно-гендерным, социально-экономическим характеристикам и гигиеническим условиям проживания населению (45 детей и 22 взрослых жителей).

От каждого законного представителя ребенка, включенного в выборку, получено письменное информированное согласие на добровольное участие в обследовании. Диагностические процедуры осуществляли с обязательным соблюдением этических принципов медико-биологических исследований, изложенных в Хельсинкской декларации 1975 г. с дополнениями 1983 г., в гармонизации с Национальным стандартом Российской Федерации ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP).

[1] Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

Исследование содержания бензола, фенола, никеля в крови осуществляли в соответствии с действующими в Российской Федерации методическими указаниями: МУК 4.1.765-99[1], МУК 4.1.2108-06[2], МУК 4.1.3230-14[3].

Объем обследования детей и взрослых групп наблюдения, проживающих вблизи целлюлозно-бумажного производства, включал биохимические показатели, определяемые унифицированными методами и учитывающие патогенез развития прогнозируемых негативных эффектов при воздействии изучаемых факторов риска на состояние сердечно-сосудистой системы: содержание аполипопротеина А1 (Апо А1), аполипопртотеина В-100 (Апо В100), гомоцистеина и оксида азота в сыворотке крови, отношение Апо В100/Апо А1 у детей; содержание липопротеидов низкой (ЛПНП), высокой (ЛПВП) и очень низкой плотности (ЛПОНП), триглицеридов в сыворотке крови и индекса атерогенности, гомоцистеин и оксид азота в сыворотке крови у взрослых.

Методом нелинейного регрессионного анализа выполнено моделирование зависимости вероятности отклонения лабораторного показателя негативного эффекта от концентрации исследуемого вещества в крови. Расчет параметров моделей выполняли с использованием пакета прикладных программ Statistika 6.0 и специальных программных продуктов с приложениями MS-Office. Оценку достоверности параметров и адекватности модели проводили на основании однофакторного дисперсионного анализа по критерию Фишера (F>3,96), коэффициенту детерминации (R^2) и t-критерию Стьюдента (t>2) при заданном уровне значимости $p \leq 0{,}05$ [3]. При построении математических моделей определяли 95%-ные доверительные границы. В качестве адекватных моделей выбраны модели, соответствующие статистическому критерию и отвечающие требованию биологического правдоподобия.

Результаты и их обсуждение. Данные мониторинговых наблюдений свидетельствуют, что в селитебной застройке в зоне влияния целлюлозно-бумажного производства качество атмосферного воздуха характеризуется превышением гигиенических нормативов по содержанию взвешенных веществ (до 12,4 $ПДК_{сс}$), фенолу (до 4,8 $ПДК_{сс}$) и стабильным присутствием марганца, хрома (VI), меди, никеля, бензола на уровне до 1 $ПДК_{сс}$.

В соответствии с «Руководством по оценке риска…» из перечня вышеуказанных веществ при хроническом аэрогенном воздействии сердечно-сосудистая система является критической для бензола, фенола и никеля. В атмосферном воздухе территории с отсутствием воздействия приоритетных химических факторов риска изучаемые химические вещества стабильно идентифицированы ниже предела обнаружения.

---

[1] МУК 4.1.765–99. Газохроматографический метод количественного определения ароматических (бензол, толуол, этилбензол, о-, м-, п-ксилол) углеводородов в биосредах (кровь). – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000. – 152 с.

[2] МУК 4.1.2108–06. Определение массовой концентрации фенола в биосредах (кровь) газохроматографическим методом. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – С. 74–84.

[3] МУК 4.1. 3230-14. Измерение массовых концентраций химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2014. – С. 96–122.

Оценка хронического ингаляционного воздействия выявила превышение допустимого уровня коэффициента опасности (HQ = 1) для населения в отношении: фенола (HQ = 4,8), никеля (HQ = 1,6) и бензола (HQ = 1,2). Установлены превышения допустимого значения индекса опасности (HI = 1) в отношении нарушений со стороны сердечно-сосудистой системы в 7,6 раза, основной вклад в HI до 63,15 % составил фенол.

В крови детей и взрослых групп наблюдения регистрируется бензол (в 54,8–84,4 % проб от общего количества исследованных проб, p = 0,0001–0,028) (табл. 1). В крови детей и взрослых группы сравнения концентрация данного вещества установлена ниже предела обнаружения. Средняя концентрация фенола в крови в 1,7–2,5 раза выше аналогичных показателей в крови детей и взрослых групп сравнения (p = 0,0001–0,001), доля проб с повышенным содержанием фенола составила 71,4–86,7 % от общего количества исследованных проб.

Таблица 1

Сравнительный анализ содержания органических соединений и никеля в крови детей и взрослых, мг/дм^3 ($p \leq 0,05$)

Вещество	Среднее значение ± ошибка ($M \pm m$)		Доля детей/взрослых группы наблюдения с повышенным показателем относительно показателя в группе сравнения, %	Достоверность различий средних
	группа наблюдения	группа сравнения		
Дети				
Фенол	0,049 ± 0,005	0,020 ± 0,007	86,7	0,0001
Бензол	0,002 ± 0,0002	нпо*	84,4	0,0001
Никель	0,004 ± 0,001	0,001 ± 0,0004	63,8	0,0001
Взрослые				
Фенол	0,060 ± 0,012	0,036 ± 0,006	71,4	0,001
Бензол	0,0016 ± 0,0003	нпо	54,8	0,028
Никель	0,002 ± 0,0012	0,001 ± 0,0003	25,5	0,025

Примечание: нпо* – ниже предела обнаружения: нпо бензола – 0,005 мг/дм^3; при обнаружении вещества в биосреде ниже нпо в расчеты брали ½ нпо.

У детей и взрослых групп наблюдения средняя концентрация никеля в крови достоверно превысила в 2–4 раза аналогичные показатели у детей и взрослых в группах сравнения (p = 0,0001–0,025). Частота регистрации проб крови с повышенным содержанием никеля составила от 25,5 до 63,8 % от общего количества исследованных проб.

Получены адекватные модели зависимости: содержание никеля, фенола и бензола в крови от концентрации данных веществ в атмосферном воздухе (табл. 2). Данные модели позволили обосновать концентрации никеля, фенола и бензола в крови в качестве маркеров ингаляционной экспозиции.

При исследовании показателей, характеризующих риск сосудистых нарушений, установлено, что у детей группы наблюдения № 1 отмечается повышенный уровень соотношения Апо B100/Апо A1 относительно показателя в группе сравнения (кратность различий составила 1,2 раза при p = 0,007). Частота регист-

рации проб с повышенным соотношением Апо В100/Апо А1 у детей группы наблюдения составила 2,2 % при отсутствии таковых в группе сравнения (p = 0,010). Повышение показателя обусловлено за счет достоверного повышения фракции АпоВ100 (p = 0,024) и тенденции к снижению АпоА1 (p = 0,045), что свидетельствует о повышенном риске возникновения атеросклероза, поражения артерий сердца и мозга в старшем возрастном периоде. При этом доказана прямая достоверная связь между повышением АпоВ100 и содержанием в крови фенола (R^2 = 0,20; F = 13,09; p = 0,003).

Таблица 2

Модели зависимости содержания химического вещества в крови от его концентрации в атмосферном воздухе ($p \leq 0,05$)

Вещество	Уравнение зависимости	Область применимости модели	Коэффициент детерминации (R^2)	Критерий достоверности (p)
Никель	$y = 0,00009 + 70,24971x$	$[1,6 \cdot 10^{-5}; 4,9 \cdot 10^{-5}]$	0,390	0,005
Бензол	$y = 0,00103 + 0,05905x$	[0,0006; 0,0142]	0,283	0,0001
Фенол	$y = 0,03468 + 1,99713x$	[0,001; 0,0448]	0,368	0,0001

У взрослых группы наблюдения № 2 отмечается тенденция к повышению уровня показателей холестеринового спектра в виде повышения уровня общего холестерина (4,78 ± 0,31 ммоль/дм^3), триглицеридов (1,32 ± 0,24 ммоль/дм^3), липопротеидов низкой плотности (2,99 ± 0,25 ммоль/дм^3), липопротеидов очень низкой плотности (0,61 ± 0,11 ммоль/дм^3) в сыворотке крови и повышение индекса атерогенности (2,21 ± 0,24) в 1,1–1,4 раза относительно аналогичных показателей у взрослых группы сравнения (p = 0,004–0,044). Частота регистрации проб с повышенным уровнем общего холестерина (42,5 %), триглицеридов (25,6 %) и индекса атерогенности (28,2 %) у взрослых группы наблюдения в 1,4–8,5 раза превысила аналогичные показатели в группе сравнения (p = 0,001–0,046). Доказаны прямые достоверные связи между повышенным уровнем общего холестерина в сыворотке крови и индексом атерогенности при повышении бензола и никеля в крови (R^2 = 0,52–0,97; 57,61≤F≤1827,07; p = 0,0001); между повышенным уровнем триглицеридов и ЛПОНП в сыворотке крови и содержанием в крови бензола и фенола (R^2 = 0,14–0,98; 9,32≤F≤2676,42; p = 0,0001–0,004); между повышенным уровнем ЛПНП в сыворотке крови и содержанием бензола в крови (R^2 = 0,80; F = 221,99; p = 0,0001). Данные изменения показателей холестеринового спектра также свидетельствуют о повышенном риске возникновения сердечно-сосудистых заболеваний. Реализация риска развития сердечно-сосудистой патологии зарегистрирована у 13 % обследованных взрослых.

Выводы. В результате выполненных исследований методами санитарно-гигиенического анализа и оценки риска показано, что неудовлетворительное качество атмосферного воздуха вблизи селитебной зоны целлюлозно-бумажного производства по фенолу (до 4,8 ПДК$_{сс}$) и стабильное присутствие никеля и бензола на уровне до 1 ПДК$_{сс}$ формируют неприемлемый риск развития неканцерогенных эффектов со стороны сердечно-сосудистой системы (HI = 7,6). Химико-аналитическими методами установлено, что у детей и взрослых группы наблю-

дения содержание в крови фенола и никеля в 1,7–4,0 раза выше аналогичных показателей в крови детей и взрослых групп сравнения (p = 0,0001–0,025). В качестве маркеров ингаляционной экспозиции обоснованы концентрации никеля, фенола и бензола в крови. У детей группы наблюдения установлены биохимические показатели, отклонения которых свидетельствуют о риске развития негативных эффектов со стороны сердечно-сосудистой системы (повышение уровня соотношения АпоВ100/АпоА1 за счет достоверного повышения фракции АпоВ100 и тенденции к снижению АпоА1, доказанно связанных с повышенным содержанием в крови фенола. У взрослых группы наблюдения установлено повышение уровня общего холестерина, триглицеридов, липопротеидов низкой плотности, липопротеидов очень низкой плотности в сыворотке крови и повышение индекса атерогенности, доказанно связанных с повышенным содержанием в крови бензола и фенола. Выявленные отклонения биохимических показателей целесообразно учитывать для ранней диагностики и разработки мер профилактики нарушений со стороны сердечно-сосудистой системы у детей и взрослых, проживающих на территориях с размещением целлюлозно-бумажного производства.

Список литературы

1. Баздырев Е.Д., Барбараш О.Л. Экология и сердечно-сосудистые заболевания // Экология человека. – 2014. – № 5. – С. 53–59.

2. Всемирный атлас профилактики сердечно-сосудистых заболеваний и борьбы с ними / под ред. S. Mendis, P. Puska, B. Norrving. – Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2013. – 163 с.

3. Гланц С. Медико-биологическая статистика / под ред. Н.Е. Бузикашвили и соавт. – М.: Практика, 1998. – 459 с.

4. Здоровье-2020: основы европейской политики и стратегия для XXI века / Всемирная организация здравоохранения. Европейское региональное бюро. – Женева, 2013. – 232 с.

5. Научные основы оценки риска воздействия химических факторов риска на сердечно-сосудистую систему и организация профилактической модели амбулаторно-поликлинической помощи: монография / Н.В. Зайцева, М.Я. Подлужная, А.Ю. Зубарев, М.А. Землянова. – Пермь: Книжный формат, 2009. – 281 с.

6. Окружающая среда как фактор риска развития ишемической болезни сердца в урбанизированном регионе с развитой химической промышленностью / Г.В. Артамонова, Э.Б. Шаповалова, С.А. Максимов, А.Е. Скрипченко, М.Ю. Огарков // Кардиология. – 2012. – № 52. – С. 86–90.

7. Gold D.R., Mittleman M.A. New insights into pollution and the cardiovascular system: 2010 to 2012 // Circulation. – 2013. – № 127. – P. 1903–1913.

8. Proinflammatory properties of coplanar PCBs: in vitro and in vivo evidence / Hennig B., Meerarani P., Slim R., Toborek M., Daugherty A., Silverstone A.E., Robertson L.W. // Toxicol. Appl. Pharmacol. – 2002. – Vol. 181. – P. 174–183.

Распознающие гликопаттерны NK–клетки против опухолей на фоне эпидемически значимых вирусных инфекций

М.В. Лахтин, В.М. Лахтин, В.А. Алешкин, С.С. Афанасьев

ФБУН «Московский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского» Роспотребнадзора, г. Москва, Россия

Проведена оценка противоопухолевого потенциала NK (*natural killers*) – клеточных популяций в организме в связи с вирусными инфекциями. В межклеточных коммуникациях и действии NK-популяций важную роль играет кофункционирование распознающих гликопаттерны лектиновых (базисных), Ig-подобных, цитотоксических и других эффекторных (настроечных) рецепторов и их лигандов, перераспределяющих цитокины. Сеть адаптивных NK-популяций является перспективным ресурсом защиты организма, который необходимо учитывать при разработке новых противоопухолевых и антивирусных стратегий профилактического и лечебного профиля.

Ключевые слова: вирусные инфекции, опухоли, рецепторные лектины, NK-клетки, противоопухолевые стратегии.

Последние годы отмечены ростом интереса исследователей к клеточным популяциям врожденного иммунитета [2, 6, 15, 37]. NK (*natural killers*)-клеточные популяции (далее NK-популяции) играют повышенную роль в связи с формирующимся антительным иммунитетом у детей [20, 21]. Межклеточные коммуникации с участием NK-популяций привлекают особое внимание в связи с их антимикробным, антивирусным и противоопухолевым потенциалом. Важную роль в иммунитете играют распознающие паттерны рецепторы, к которым относятся рецепторные лектины (РЛ), распознающие углеводы и гликоконъюгаты (ГК) [2, 3]. Описаны случаи опухолей человека, на которые влияют вирусные инфекции и коинфекции, например, до 2 % опухолевых болезней в мире в связи с вирусом *Эпштейна – Барр* (EBV) [22]. Роль NK-популяций в связи с опухолевыми процессами на фоне вирусных инфекций остается малоисследованной.

Цель работы – провести оценку потенциала лектиновых NK-популяций против опухолей, находящихся под влиянием вирусных инфекций, в том числе эпидемически значимых.

Вирусы, опухоли, РЛ и клеточные популяции NK-клеток. К изучаемым в рассматриваемом аспекте вирусам относятся аренавирусы (*лимфоцитарный вирус хориоменингита*, LCMV), герпесвирусы (*цитомегаловирус*, CMV, в связи с острой лейкемией и В-клеточными лимфомами; коинфекциями с другими вирусами; EBV, в связи с мононуклеозами, лимфомами Бэркита) [8, 22], паповавирусы (*папилломавирусы* человека, HPV; в связи с раком шейки матки), поксвирусы (вирусы оспы коровы и мышей, *ортопоксвирус осповакцины*, VACV) [6, 37], ретровирусы (*вирусы иммунодефицита*, HIV, в том числе как коинфекция с CMV; в связи с лимфомами), флавивирусы (*вирус гепатита-С*, HCV; в связи с гепатоклеточны-

ми карциномами HCC); *вирусы гепатита-В* [HBV] и *гепатита-дельта* [HDV]) [9]; тогавирусы (*вирус чикунгунья*, *chikungunya*; в связи с саркомами) [17].

Разнообразие лектиновых NK-популяций. Подсемейство РЛ типа NKG2 представляет собой трансмембранные гликопротеины типа II, кодируемые в хромосоме 12 человека. Гены CD94 и NKG2 кластеризованы в NK-генном комплексе (NKC) в хромосоме 12 (в хромосомном генном кластере 12p12-p13, связанном с функционированием гетеродимерных CD94NKG2-рецепторов), и кодирующие лектиновый внеклеточный домен и цитоплазматический домен для инициирования дальнейших коммуникаций NK-клеток и ряда популяций Т-клеток. Лектины подсемейства активирующих рецепторов NKG2D экспрессированы на NK-клетках, NK-Т-клетках (NKT), субпопуляциях гамма-дельта-Т-клеток, активированных $CD8^+$ Т-клетках (синергичных с системой комплемента человека [33]), некоторых аутореактивных $CD4^+$ Т-клетках [25]. Инициирующими ответы организма против опухолей и вирусных инфекций обладают регулируемые посредством MHC-класс-I-молекулами и клетками популяции миелоидных клеток, моноцитов и NK-клеток. NK-клетки подсемейства РЛ NKG2 представлены лектинами и их производными в составе NKG2A/B/C/D/E/H: A/B, D-ингибиторы одних межклеточных путей (в том числе через ITIM-мотивы в РЛ, влияющие на SHP1-Tyr-фосфатазу); C, F, E/H-активаторы других межклеточных путей (в том числе с вовлечением участия ITAM-несущих адаптерных белков DAP12 и DAP10, а также сигналлинга через зависимые от протеин-Tyr-киназы метаболические пути) [3, 6, 15, 26, 35].

Разнообразие лектиновых NK-популяций обусловлено не только комбинационной коэкспрессией генов NKG2, KIR (киллерные Ig-подобные рецепторы), NKp (природных цитотоксических рецепторов NCR) и CD на клетках, но и варьированием фенотипов взаимодействующих молекул (в том числе в составе ди- и олигомерных гомо- и гетероструктур, подобных таким, как CD94NKG, тетрамерным HLA-E) и генетических вариантов РЛ (мультиаллельных типа NKG2C1/2/3; фенотипа NKG2E в виде двух альтернативных сплайсинговых форм NKG2E и NKG2H [6]), постепенно проявляющихся в условиях постгеномных изменений при конструировании генетических химерных продуктов (укороченных [типа NKG2Ce – C-концевой укороченной формы – NKG2C3]; внеклеточных, трансмембранных и цитоплазматических/внутриклеточных домены РЛ [типа NKG2F, экспрессирующегося только как внутриклеточная форма], продуктов генетических карт контактов CD94–NKG2, других) [6, 7, 26, 36].

Онтогенез NK-клеток, в свою очередь, вносит вклад в разнообразие NK-популяций. Развитие NK-клеток от общего лимфоидного предшественника проходит несколько стадий. Появление CD122 (бета-цепи рецептора ИЛ15) обозначает начало дифференцировки предшественника в направлении формирования NK-клеток. В процессе развития NK-клеток происходит прогрессивное экспонирование CD161; CD56, CD94/ NKG2A, NKp46 (NCR1, CD335), NKp44 (NCR2, CD336); NKG2D (экспрессирован на всех NK-клетках человека, участвует в коммуникационном разговоре (*Cross-Talk*) между лимфоидными и миелоидными клетками АВИ [30]); и, в конечном счете, CD16 и KIR [17]. Среди перечисленных 5 стадий развития NK-клеток стадии 4 и 5 являются главными в случаях клеток периферической крови и характеризуются появлением $CD56^{bright}$ и $CD56^{dim}$ соответственно. $CD56^{bright}$ NK-популяции характеризуются высокой степенью экспрессии CD94. $CD56^{dim}$ NK-клетки соответствуют KIR- и CD16-популяциям как наиболее зрелым, превра-

щающимся в цитотоксические клетки, которые становятся максимально и окончательно дифференцированными и экспрессируют CD57.

NKG2-рецепторы встречаются и среди сильно варьирующихся субпопуляций Т-лимфоцитов, что предполагает согласованное кофункционирование субпопуляций NK и цитотоксических Т-лимфоцитов [26]. NKG2H экспрессирован у небольшой части моноцитов периферической крови, но в большей степени обнаруживается у Т-клеток, стимулируемых анти-CD3-антителами [26].

На адаптивную экспрессию РЛ и распределение типов РЛ между популяциями клеток оказывают влияние общий статус организма (наследственность, возраст, пол, состояние иммунной системы, другое), наличие патологий, типы вирусов и опухолей [10, 19, 31].

В модуляции HLA-класса-I участвуют преимущественно рецепторы NKG2 и KIR и их лиганды [6, 25]. Сигналы, возникающие в результате взаимодействия между рецепторами $CD94^{+}NKG2^{+}/KIR^{+}$ и MHC-класс-I-гликопротеинами в ответ на появление аномальных паттерновых лигандов, перераспределяют активности NK-популяций. Реализация мобильной памяти NK-клеток генетически предопределена. Геном организма характеризуется умеренным разнообразием генов NKG2 на фоне повышенного варьирования генов KIR [26]. Полиморфизм гена NKG2D обеспечивает модулирование NK-клеточной цитотоксичности. Это является важным, например, в связи с восприимчивостью организма к HPV-индуцированному раку [5]. У человека прогрессирует развитие ограниченных иммунологических функций системы MHC-E/NKG2 на фоне расширения функций системы MHC-I/KIR [36]. В инфицированных вирусами клетках (как в случае CMV) экспрессия HLA-класса-I резко снижается с участием KIR, в том время как экспрессия HLA-E (обнаруживается на опухолевых клетках; служит участком связывания РЛ) является более устойчивой, поддерживаемой активирующими NKG2-рецепторами [6, 10, 26, 36].

Пулы лектиновых NK-популяций функционально значительно различаются, направлены на различные вирусные и клеточные мишени так, что имеют место соответствие NK-популяций (с соответствующими наборами лектиновых и других рецепторов) в рамках вида. Наблюдаются внутривидовые соответствия взаимодействия мышиных лектиновых $Ly49H^{+}$ NK-популяций против мышиного CMV [6], лектиновых NK-популяций человека или макак в зависимости от HIV1 или SIV соответственно [36]. Отмечена зависимая от возраста дифференцировка NK-клеток [17]. Уровни экспрессии $CD94^{+}NKG2C^{-}$/ $NKG2A^{+}$, NKG2D, NKp30 (NCR3, CD337) и NKp46 на NK-клетках снижаются с возрастом [23, 31]. Отмечены различия фенотипов NK-популяций в связи с полом [23]. Системы РЛ и экспонирующих их NK-клеток и других миелоидных клеток (моноцитов и макрофагов) варьируются в зависимости от возраста [6, 17, 19, 20, 23, 31]. NK-популяции определяются не только наборами лектиновых, Ig-подобных, цитотоксических и других рецепторных маркеров (NKG2, KIR, NKp, CD), но и соотношениями количеств их экспрессии, стадиями развития, зрелостью (степенью дифференцированности и выраженностью цитотоксичности).

CD как индикаторы NK-популяций. CD кофункционируют с РЛ как в индивидуальных NK-клетках, так и в составе кофункционирующих NK-популяций. РЛ в сочетании с CD идентифицируются как комбинированные маркеры клеточных популяций [2, 3]. Ниже приводятся некоторые ключевые CD.

*CD3 и CD20 (маркеры Т- и В-клеток) – отсутствие у NK-клеток.

*$CD11b^{-}CD27^{+}$; $CD11b^{-}CD27^{+}$ – маркеры сниженной степени дифференцировки (незрелости) NK-клеток [37].

*$CD56^{bright}NKG2C^{+}$-популяция, способная к экспансии у CMV-индивидуалов; клетки проявляют ингибиторные Ig-like РЛ (KIR и *leukocyte Ig-like receptor* [LILRB1]), специфичные к HLA-класса-I-молекулам на фоне низких уровней активирующих рецепторов NKp46 и NKp30 [6]; $CD56^{bright-}$ маркер незрелых NK-клеток (более 90 % NK-клеток, способных далее адаптироваться и превращаться в зрелые [9]).

*$CD56^{dim}/CD57^{+}NKG2C^{+}$-популяции выявлены у пациента с лимфомой [14, 35]; у мужчин – повышенные частоты $CD56^{dim}$ и $CD57^{+}$ у NK-клеток [23]; CD57 – маркер терминальной дифференцировки NK-клеток [28]; $CD56^{dim}$-популяции экспрессируют либо $CD94NKG2A^{+}$, либо коэкспрессируют $CD94NKG2C^{+}$ и KIR^{+} [35].

*CD69 – маркер активации дифференцировки NK-клеток [37].

*$CD94^{+}NKG2^{+}$ с синергичным функционированием CD94/NKG2A и CD94/NKG2C [6, 17, 35], CD94 – важный фактор в защите от вирусов [6, 7, 28, 35].

*$CD94^{+}NKG2A^{+}$, $NKG2D^{+}$ и $NKp46^{+}$ – синергично функционирующие [17, 30].

*CD158a, CD158b – маркеры восстановления и усиления NK-популяции, продуцирующей перфорин и гранзимы [29].

Цитокины и NK-популяции. Противоопухолевое действие врожденного иммунитета реализуется через модуляцию продукции наборов цитокинов, в результате чего в местах локализации опухоли продуцируются (доставляются) цитотоксические в отношении опухолевых клеток факторы. Индуцируется противоопухолевая NK-продукция интерферона (ИФН-гамма) [20, 11, 14–17, 29, 32], фактора некроза опухолей (ФНО) [15, 17, 14]. Контроль NK-клеток осуществляется посредством интерлейкинов (ИЛ-2, 5, 12, 13, 15, 18) [15, 17, 27] и с участием колониестимулирующего фактора (CSF1) [34]. ИЛ15 является ключевым, критическим для NK-клеточного созревания, дифференцировки и выживания; потенцирует цитотоксичность NKG2-популяций [17, 20, 27]. На супрессию функций NK-клеток оказывает влияние трансформирующий фактор роста (TGF-бета) опухолевой природы [7, 19]. CSF1 индуцирует на инфильтрующих опухоль макрофагах появление RAE-1-дельта – специфического лиганда, регулирующего NKG2D-популяции [34].

Способность NK-клеток продуцировать цитокины ассоциирована со специфическими стадиями развития NK-клеток. $CD56^{bright}$ NK-популяции эффективно продуцируют цитокины в ответ на стимулы, однако $CD56^{dim}$ NK-клетки могут быть более эффективными в продуцировании цитокинов [17]. ФНО-альфа продуцируется NK-клетками в процессе их дифференцировки, а способность продуцировать ИФН-гамма NK-популяциями приобретается позднее – на фоне конкуренции с экспрессией CD56 и снижения продукции ИЛ5 и ИЛ13 [17].

Цитотоксические факторы NK-популяций. В результате трансформации фенотипов в соответствующие цитотоксические популяции клеток высвобождаются гранзимы А, В, К, перфорин и другие противоопухолевые агенты [20, 29, 37]. Эти факторы системно противопоставлены разрозненным факторам опухолей (лактатдегидрогеназам, TGF-бета, CSF1, другим) [7, 19, 34].

NK-популяции с противоопухолевыми/ антивирусными активностями (*NK-популяции; опухолевые мишени, сцепленные с вирусами; эффекты NK-популяций).

*$NKG2A^+CD56^{bright}$; «гуманизированная» мышиная В-клеточная лимфома; высвобождение ИФН-гамма популяцией, кооперация с NKp44-рецепторами для ингибирования В-клеточной трансформации, сцепленной с EBV [32].

*$NKG2A^+$; в присутствии VACV популяция экспрессируются сильнее [37].

*$NKG2A^+KIR^-$; ограничивают литическую EBV-репликацию [22].

*$NKG2A^+$ против EBV [35].

*$NKG2A^+KIR^+$, $NKG2A^+NKG2C^-KIR^-$, $NKG2C^+KIR^+$; CMV-инфецированные производные моноцитов человека; KIR^+NKG2C^+ не влияет на ответ KIR^-NKG2C^-.

*$NKG2C^+$; U266 (клетки множественной миеломы человека) от CMV-серопозитивных доноров, K562 (лейкемические клетки человека); стимуляция экспансии популяции в организме [10, 20], присутствие латентного CMV у здоровых доноров проявляется в усилении NK-цитотоксичности [20].

*$NKG2C^+CD57^+$; лимфомы; экспансия популяции в ответ на CMV [28].

*$NKG2C^+$ (преимущественно); лимфомы мышей; после аллогенной трансплантации происходит обусловленное присутствием CMV действие популяции [27].

* $NKG2C^+$; противоопухолевое использование лигандов для NKG2C [12].

* $NKG2C^+$; CMV-инфицированные эндотелиальные клетки аорты; характер модуляции популяции зависит от типа CMV-инфицированных клеток [10].

*$NKG2C^+NKG2A^-$; 221.AEH (трансфицированные HLA-E^+-клетки лимфомы человека); NK-цитотоксичность втрое выше, чем у нетрансфицированных, 221.AEH и ИЛ15 способствуют экспансии популяции в организме [12, 20].

*$NKG2C^+CD94^+$; лимфома Бэркита; популяция участвует в защите кооперации с гамма-дельта-Т-клетками [35].

*$NKG2C^+NKG2A^-KIR^+$; коинфекция EBV и CMV; стимуляция NK-популяции [35].

*$NKG2C^+CD56^{dim}/CD57^+$ (зрелые, цитотоксические); лейкемическая Т-клеточная лимфома; после трансплантации крови и реактивации CMV популяция через 2 года увеличивается до 33 % всех лимфоцитов; продуцирует ФНО-альфа и ИФН-гамма против клеток лейкемической Т-клеточной лимфомы [14].

*$NKG2D^+$; пациенты с HCV-индуцированными HCC; повышение экспрессии NKG2D на моноцитах при действии против опухолей с NKG2D-лигандами [19].

*$NKG2D^+$ (NK92: химерные TN-клетки); ксенографты HCV-индуцированных HCC; популяция с экспрессией NKG2D и продукцией ИФН-гамма, эффективная против TGF-бета-продуцирующих опухолевых клеток [7].

*$NKG2D^+$; пациенты с аногенитальным раком (обнаруживается HPV); усиление NKG2D-обусловленной цитотоксичности, снижение восприимчивости к раку [5].

Из приведенных выше данных видно, что наиболее изученными NK-популяциями с РЛ NKG2-подсемейства являются мультифункциональные $NKG2A^+$-, $NKG2C^+$- и $NKG2D^+$-популяции. Они выступают как распознающие гликопаттерны, инициаторные (в модуляции путей межклеточных коммуникаций) и базисные (для повышения селективности действия требуется присутствие дополнительных надстроечных/настроечных/тюнинговых рецепторов). Известны и другие сочетания рецепторов в NK-популяциях [26, 31, 35, 36]. Таким образом, совокупность NK-популяций действует, по-видимому, по принципу «сеть-в-сети».

Стратегии использования антивирусных и противоопухолевых NK-популяций. Защитные NK-популяции синергичны с прочими клеточными ($CD8^+$ Т-клетками, клетками крови, макрофагами, дендритными клетками) и сложными системами иммуните-

та. Важную роль играют накопление в организме противоопухолевых/антивирусных циркулирующих моноцитов с последующей их доставкой к опухоли; инфильтрационная экспансия клеток NK-компартмента в микроокружение опухоли.

Мультифункциональность генетических включений в геноме человека пока еще малоизучена, как, например, в случае выраженных эндогенных подобных ретровирусным включений – около 8 % повторов в геноме человека [18]. Такие включения тесно колокализованы с генами защиты (лектиноподобными компонентами комплемента C4B и C4A [4]), что должно обеспечивать кофункционирование в защитном направлении [18]. Результатом такой защиты могли бы быть инициация и пролонгирование присутствия в организме сдерживающих экспансию вирусов пула протекторных NK-популяций. Примерами могут служить многочисленные случаи (латентная CMV-инфекция) сероположительных здоровых людей (не пациентов). Кроме того, более 90 % популяции взрослых людей (не обязательно пациентов) асимптоматически «переносят» присутствие EBV [8]. Таким образом, существующий в организме адаптивный репертуар профилактически и терапевтически значимых защитных NK-популяций открывает перспективы их применения против активных эпидемически значимых вирусных инфекций, а также против инициации и прогрессирования опухолей.

NKG2-рецепторы и их лиганды формируют метаболическую надзорную ось коммуникаций между лимфоидными и миелоидными клетками иммунитета; костимулируют цитотоксические ответы через NKp46-рецепторы NK-клеток и цитотоксические рецепторы Т-клеток; индуцируют наборы противоопухолевых и антивирусных цитокинов; поддерживают пролиферацию и выживание эффекторных клеток [32]. Это может быть использовано при выработке путей и стратегий борьбы с опухолями, в том числе через антивирусное действие. В результате достигается рост числа и внутриопухолевая экспансия востребованных NK-клеточных типов и популяций [6, 13, 15, 35]. Действие NK-популяций согласовано с системой комплемента [33].

Ниже приведены перспективные возможности использования NK-популяций.

*$NKG2^{+}$-популяции для создания новых антивирусных стратегий (как в случаях HIV1) [28, 36].

*Направленное использование $NKG2D^{+}$-популяций против опухолей с использованием NKG2D-рецепторов надзорных эффекторных NK-клеток, которые в дежурном режиме проводят мониторинг появления/инициации на стрессовых клетках опухолевых лигандов – предвестников опухолей [13, 19]. При этом клетки, экспрессирующие NKG2D-лиганды (как в случае сверхэкспрессии комплексов у стрессовых клеток кишечника), распознаются и элиминируются надзорными клетками, что направлено на предотвращение карциногенеза, например, развитие рака прямой кишки [13].

*$CD56^{bright}NKG2A^{+}$-популяция в коррекции EBV-ассоциированных лимфом [32].

*Терапия пациентов с острой лимфобластической лейкемией путем восстановления и увеличения NK-популяции с экспрессией CD158a, CD158b, перфорина и гранзима K среди NK-популяций, отличающихся экспрессией типов гранзима [29].

*Использование трансплантации крови с терапевтическими NK-популяциями против гематологических опухолей [27].

*Направленная с вовлечением NK-популяций регуляция взаимодействий адаптерными белками DAP12 и DAP10 [6, 12, 26].

*Использование NK-популяций на основе ортологов и паралогов РЛ млекопитающих для терапии пациентов [36].

*Применение противоопухолевых генетически модифицированных химерных NK-популяций CAR-T-клеток (например, с экспрессированным химерным рецептором TN, включающим внеклеточный и трансмембранный домены TGF-бета-типа-II-рецептора и внутриклеточный домен NK-клеточного активирующего рецептора NKG2D [7]).

Перспективными являются профилактические и терапевтические возможности предотвращения трансформации дисбиотических состояний мукозальных биотопов открытых полостей организма в опухолевые, в том числе с участием активирующей DDR-путь (*DNA damage response*) системы NKG2D/NKG2D-лиганды NK-популяций, а также действия пробиотических лектинов с цитокинподобными активностями [1, 5, 13]. Поскольку при микробно-вирусных дисбиозах пробиотические лектины могут быть избирательно направлены на условные патогены (в том числе измененные в условиях воспаления) и могут выполнять функции пробиотиков при отсутствии пробиотической клеточной микрофлоры в мукозальных биотопах на фоне присутствия в биотопах HPV – потенциальных индукторов вагинального рака, можно прогнозировать противораковый/ антивирусный синергизм пробиотических лектинов и NKG2D-обусловленной цитотоксичности, снижающей восприимчивость к раку [1, 5, 24].

Выводы. Влияние на сеть NK-популяций лектиновых, Ig-подобных, цитотоксических, CD- и других рецепторов, а также их лигандов перспективно для формирования и регуляции в организме пролонгированных противоопухолевых и антивирусных процессов. Целесообразно проводить диагностику имеющихся в организме ключевых NK-популяций для стратегической оценки противоопухолевого и антивирусного статуса доноров и пациентов, выработки оптимизированных персонифицированных комбинированных режимов лечения, а также для конструирования профилактико-терапевтических клеточно-цитокиновых сочетаний с участием NK-популяций типа CAR-T. Приведенные данные важны при разработке новых противоопухолевых, антивирусных и вакцинных препаратов и стратегий. К перспективным лигандам относятся пробиотические лектины.

Список литературы

1. Кандидные маркеры болезней урогенитальных биотопов: реактивность к лектинам пробиотиков / М.В. Лахтин, В.М. Лахтин, С.С. Афанасьев, А.Л. Байракова, В.А. Алешкин, М.С. Афанасьев // Acta Biomedica Scientifica. – 2018. – Т. 3, № 1. – С. 49–53.

2. Лектиновые рецепторы в коммуникациях / М.В. Лахтин, В.М. Лахтин, В.А. Алешкин, С.С. Афанасьев // News of science and education. – 2018. – Т. 2, № 3. – С. 76–98.

3. Лектины в антираковых стратегиях / М.В. Лахтин, В.М. Лахтин, В.А. Алешкин, М.С. Афанасьев, С.С. Афанасьев // Acta Biomedica Scientifica. – 2018. – Т. 3, № 4. – С. 69–77.

4. Новые гликоконъюгаты – распознающие системы в прогнозировании антиинфекционного интерактома человека / М.В. Лахтин, В.М. Лахтин, С.С. Афанасьев, В.А. Алешкин // Здоровье и образование в XXI веке. Серия: Медицина. – 2015. – Т. 17, № 4. – С. 378–383.

5. A functional polymorphism in the NKG2D gene modulates NK-cell cytotoxicity and is associated with susceptibility to Human Papilloma Virus-related cancers / J.L. Espinoza, V.H. Nguyen, H. Ichimura, T.T. Pham, C.H. Nguyen, T.V. Pham [et al.] // Sci. Rep. – 2016. – № 6. – P. 39231. DOI: 10.1038/srep39231

6. Adaptive reconfiguration of the human NK-cell compartment in response to cytomegalovirus: A different perspective of the host-pathogen interaction / A. Muntasell, C. Vilches, A. Angulo, M. López-Botet. // Eur. J. Immunol. – 2013. – Vol. 43, № 5. – P. 1133–1141.

7. Augmented anti-tumor activity of NK-92 cells expressing chimeric receptors of TGF-beta-R II and NKG2D / Z. Wang, L. Guo, Y. Song, Y. Zhang, D. Lin, B. Hu [et al.] // Cancer Immunol Immunother. – 2017. – Vol. 66, № 4. – P. 537–548.

8. Chijioke O., Landtwing V., Münz C. (2016). NK cell influence on the outcome of primary Epstein-Barr virus infection. // Front. Immunol. – 2016. – № 7. – P. 323. DOI: 10.3389/fimmu.2016.00323

9. Cytomegalovirus-driven adaptive-like natural killer cell expansions are unaffected by concurrent chronic hepatitis virus infections / D.F.G. Malone, S. Lunemann, J. Hengst, H.G. Ljunggren, M.P. Manns, J.K. Sandberg [et al.] // Front. Immunol. – 2017. – № 8. – P. 525. DOI: 10.3389/fimmu.2017.00525

10. Cytomegalovirus-infected primary endothelial cells trigger NKG2C^{+} natural killer cells / Z. Djaoud, R. Riou, P.J. Gavlovsky, S. Mehlal, C. Bressollette, N. Gérard [et al.] // J. Innate Immun. – 2016. – Vol. 8, № 4. – P. 374–385.

11. Defective natural killer cell anti-viral capacity in paediatric HBV infection / I.L. Heiberg, L.J. Pallett, T.N. Winther, B. Høgh, M.K. Maini, D. Peppa // Clin. Exp. Immunol. – 2015. – Vol. 179, № 3. – P. 466–476.

12. Elusive role of the CD94/NKG2C NK cell receptor in the response to cytomegalovirus: Novel experimental observations in a reporter cell system / A. Pupuleku, M. Costa-García, D. Farré, H. Hengel, A. Angulo, A. Muntasell [et al.] // Front. Immunol. – 2017. – № 8. – P. 1317. DOI: 10.3389/fimmu.2017.01317

13. Espinoza J.L., Minami M. Sensing bacterial-induced DNA damaging effects via natural killer group 2 member D immune receptor: From dysbiosis to autoimmunity and carcinogenesis // Front. Immunol. – 2018. – № 9. – P. 52. DOI: 10.3389/fimmu.2018.00052

14. Expansion of NKG2C-expressing natural killer cells after umbilical cord blood transplantation in a patient with peripheral T-cell lymphoma with cytotoxic molecules / T. Muta, T. Yoshihiro, F. Jinnouchi, K. Aoki, Y. Kochi, T. Shima [et al.] // Intern. Med. – 2018. – Vol. 57, № 6. – P. 861–866.

15. Fehniger T.A., Cooper M.A. Harnessing NK cell memory for cancer immunotherapy // Trends Immunol. – 2016. – Vol. 37, № 12. – P. 877–888.

16. Georgountzou A., Papadopoulos N.G. Postnatal innate immune development: From birth to adulthood // Front. Immunol. – 2017. – № 8. – P. 957. DOI: 10.3389/fimmu.2017.00957

17. High-resolution phenotyping identifies NK cell subsets that distinguish healthy children from adults / S. Mahapatra, E.M. Mace, C.G. Minard, L.R. Forbes, A. Vargas-Hernandez, T.K. Duryea [et al.] // PLoS One. – 2017. – Vol. 12 (8). – P. e0181134. DOI: 10.1371/journal.pone.0181134.

18. Identification of a novel HERV-K (HML10): Comprehensive characterization and comparative analysis in non-human primates provide insights about HML10 proviruses structure and diffusion / N. Grandi, M. Cadeddu, M.P. Pisano, F. Esposito, J. Blomberg, E. Tramontano // Mob. DNA. – 2017. – № 8. – P. 15. DOI: 10.1186/s13100-017-0099-7

19. Immune evasion mediated by tumor-derived lactate dehydrogenase induction of NKG2D ligands on myeloid cells in glioblastoma patients / C.A. Crane, K. Austgen, K. Haberthur, C. Hofmann, K.W. Moyes, L. Avanesyan [et al.] // Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. – 2014 – Vol. 111, № 35. – P. 12823–12828.

20. Latent cytomegalovirus infection enhances anti-tumour cytotoxicity through accumulation of NKG2C^{+} NK cells in healthy humans / A.B. Bigley, K. Rezvani, N. Shah, T. Sekine, N. Balneger, M. Pistillo [et al.] // Clin. Exp. Immunol. – 2016. – Vol. 185, № 2. – P. 239–251.

21. Martinez D.R., Permar S.R., Fouda G.G. Contrasting adult and infant immune responses to HIV infection and vaccination // Clin. Vaccine Immunol. – 2015. – Vol. 23, № 2. – P. 84–94.

22. Münz C. Epstein-Barr virus-specific immune control by innate lymphocytes // Front. Immunol. – 2017. – № 8. – P. 1658. DOI: 10.3389/fimmu.2017.01658

23. Natural killer cell subsets and receptor expression in peripheral blood mononuclear cells of a healthy Korean population: Reference range, influence of age and sex, and correlation between NK cell receptors and cytotoxicity / M.T. Phan, S. Chun, S.H. Kim, A.K. Ali, S.H. Lee, S. Kim [et al.] // Hum. Immunol. – 2017. – Vol. 78, № 2. – P. 103–112.

24. Natural killer cell-based immunotherapy in gynecologic malignancy: A review / L.D. Uppendahl, C.M. Dahl, J.S. Miller, M. Felices, M.A. Geller // Front. Immunol. – 2018. – № 8. – P. 1825. DOI: 10.3389/fimmu.2017.01825

25. NKG2D and its ligands: «One for all, all for one» / A. Zingoni, R. Molfetta, C. Fionda, A. Soriani, R. Paolini, M. Cippitelli [et al.] // Front. Immunol. – 2018. – № 9. – 476. DOI: 10.3389/fimmu.2018.00476

26. NKG2H-expressing T cells negatively regulate immune responses / D. Dukovska, D. Fernández-Soto, M. Valés-Gómez, H.T. Reyburn // Front. Immunol. – 2018. – № 9. – P. 390. DOI: 10.3389/fimmu.2018.00390

27. Peled J.U., Jenq R.R. Not just leukemia: CMV may protect against lymphoma recurrence after allogeneic transplant // Leuk. Lymphoma. – 2017. – Vol. 58, № 4. – P. 759–761.

28. Peppa D. Natural killer cells in human immunodeficiency virus-1 infection: spotlight on the impact of human cytomegalovirus // Front. Immunol. – 2017. – № 8. – P. 1322. DOI: 10.3389/fimmu.2017.01322

29. Phenotype of NK cells determined on the basis of selected immunological parameters in children treated due to acute lymphoblastic leukemia / S. Koltan, R. Debski, A. Koltan, E. Grzesk, B. Tejza, A. Eljaszewicz [et al.] // Medicine (Baltimore). – 2015. –Vol. 94 (52). – P. e2369. DOI: 10.1097/MD.0000000000002369

30. Stojanovic A., Correia M.P., Cerwenka A. The NKG2D/NKG2DL axis in the crosstalk between lymphoid and myeloid cells in health and disease // Front. Immunol. – 2018. – № 9. – P. 827. DOI: 10.3389/fimmu.2018.00827

31. The expression of human natural killer cell receptors in early life / Y. Sundström, C. Nilsson, G. Lilja, K. Kärre, M. Troye-Blomberg, L. Berg. // Scand. J. Immunol. – 2007. – Vol. 66, № 2-3. – P. 335–344.

32. Tonsillar CD56^{bright}NKG2A^{+} NK cells restrict primary Epstein-Barr virus infection in B cells via IFN-gamma / A. Jud, M. Kotur, C. Berger, C. Gysin, D. Nadal, A. Lünemann // Oncotarget. – 2017. – Vol. 8, № 4. – P. 6130–6141.

33. Transient complement inhibition promotes a tumor-specific immune response through the implication of natural killer cells / V. Janelle, M.P. Langlois, E. Tarrab, P. Lapierre, L. Poliquin, A. Lamarre // Cancer Immunol. Res. – 2014. – Vol. 2, № 3. – P. 200–206.

34. Tumor-derived CSF-1 induces the NKG2D ligand RAE-1-delta on tumor-infiltrating macrophages / T.W. Thompson, B.T. Jackson, P.J. Li, J. Wang, A.B. Kim, K.T.H. Huang [et al.] // Elife. – 2018. – № 7. – P. e32919. DOI: 10.7554/eLife.32919

35. Two alternate strategies for innate immunity to Epstein-Barr virus: One using NK cells and the other NK cells and gamma-delta T cells / Z. Djaoud, L.A. Guethlein, A. Horowitz, T. Azzi, N. Nemat-Gorgani, D. Olive, D. Nadal [et al.] // J. Exp. Med. – 2017. – Vol. 214, № 6. – P. 1827–1841.

36. Walter L., Petersen B. Diversification of both KIR and NKG2 natural killer cell receptor genes in macaques - implications for highly complex MHC-dependent regulation of natural killer cells // Immunology. – 2017. – Vol. 150, № 2. – P. 139–145.

37. Weak vaccinia virus-induced NK cell regulation of CD4 T cells is associated with reduced NK cell differentiation and cytolytic activity / S.D. Hatfield, K.A. Daniels, C.L. O'Donnell, S.N. Waggoner, R.M. Welsh // Virology. – 2018. – Vol. 519. – P. 131–144.

Особенности иммуногенетического статуса детей с заболеваниями нервной системы в условиях экспозиции алюминием

А.А. Мазунина[1], О.А. Казакова[1], О.В. Долгих[1,2,3], А.В. Кривцов[1,2]

[1] ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
[2] ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
[3] ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
г. Пермь, Россия

Проведено обследование детей с заболеваниями нервной системы, подверженных внешнесредовой экспозиции алюминием. Установлен повышенный уровень алюминия в крови и моче, а также IgG специфического к алюминию в группах независимо от наличия астеновегетативного синдрома. Выявлена ассоциация полиморфизма гена *TP53_72* (C/G rs1042522) с уровнем IgG специфического к алюминию. Причем развитие патологии НС наблюдалось у детей, имеющих вариант гетерозиготного генотипа гена *TP53_72* (C/G rs1042522), который достоверно ассоциирован со снижением специфического ответа на контаминацию алюминием по критерию IgG специфического к Al. Установленные ассоциации указывают на истощение возможностей конъюгирования нейротропного яда у детей с мутированным геном апоптоза, что инициирует развитие процесса в органе-мишени, в отличие от группы сравнения (без патологии НС).

Ключевые слова: алюминий, полиморфизм гена *TP53_72*, заболевания нервной системы, IgG специфический к алюминию.

Алюминий широко используется в современной промышленности. Благодаря своим качествам применение алюминия растет во всех отраслях мировой экономики. Но, несмотря на все преимущества этого металла, его производство негативно влияет на окружающую среду и, как следствие, на организм человека. Неблагоприятному воздействию подвержены люди, работающие на производстве и проживающие неподалеку от завода. Особенно чувствительны к действию алюминия дети и подростки. Металлосодержащая пыль оказывает фиброгенное, токсическое, аллергическое, канцерогенное и другое воздействие на организм человека [2].

Органами-мишенями при высокой концентрации алюминия в организме являются почки, центральная нервная система, кости, легкие, костный мозг, яичники, матка и молочные железы.

Токсичность алюминия связна со способностью образовывать соединения с белками, накапливаться в почках, костной и нервной ткани. Кроме этого накопление алюминия в организме может влиять на холинергическую передачу нервного импульса. Клиническими проявлениями нейротоксического действия являются нарушения двигательной активности, судороги, снижение или потеря памяти, психопатические реакции, трудности в обучении, наклонность к депрессии, энцефалопатии [3].

Ген *TP53* – онкосупрессор, его продукт белок p53 контролирует ответ клетки на различные виды стресса, включая повреждения ДНК химическими и физическими агентами. Полиморфные варианты гена *TP53* снижают способность клеток к апоптозу, вследствие чего не происходит запрограммированного удаления дефектных клеток, что и является причиной патологического процесса [1].

Цель работы – изучить особенности иммунного статуса и полиморфизма гена *TP53* у детей с заболеваниями нервной системы, экспонированных алюминием.

Материалы и методы. Было обследовано 57 детей в возрасте от 4 до 10 лет, проживающих в зоне влияния выбросов предприятия по производству алюминия. Группу наблюдения составили 23 ребенка с установленной патологией нервной системы – астеновегетативным синдромом. Группу сравнения составили 34 ребенка без клинических проявлений данного заболевания. Группы сопоставимы по этническому, гендерному и возрастному составу, соматической заболеваемости и социальному статусу.

Определение алюминия в биологических средах детей проводили методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой в соответствии НСАМ № 480-Х на масс-спектрометре Agilent 7500_{cx} (Agilent Technologies Inc., США) [4]. В крови содержание химических элементов определяли в соответствии с СТО М 04–2012, в моче – методом в соответствии с СТО М 12–2013 [5].

Для доказательства участия алюминия в развитии специфической чувствительности определяли специфический к алюминию IgG в сыворотке крови методом модифицированного конкурентного иммуноферментного анализа на анализаторе Elx808IU (США) согласно МР 111-14/55-04-02.

Оценка генетического полиморфизма осуществлялась методом полимеразной цепной реакции в режиме реального времени на приборе BioRAD CFX96 с последующей детекцией продуктов реакции методом аллельной дискриминации. Проведено исследование полиморфизма гена *TP53_72* (C/G rs1042522).

Статистический анализ результатов проводили в программе Statistica 6.0. Количественные различия в частоте аллелей суммированы в тесте *OD* (*odds ratio*) с 95 %-ным доверительным интервалом (95 % *confidence interval*, 95 % *CI*).

Анализ результатов генетических исследований проводился в онлайн-программе SNPstats

Результаты и их обсуждение. По результатам исследования биосред детей, экспонированных алюминием, не выявлено достоверного различия по содержанию алюминия в крови между группами наблюдения и сравнения (табл. 1), тогда как в моче установлен повышенный уровень контаминации алюминия – в 8,5 раза ($p < 0,05$). По результатам изучения уровня иммуноглобулина G специфического к Al не было выявлено достоверного различия между анализируемыми группами.

Таблица 1

Содержание алюминия и специфического IgG к Al в биосредах детей

Содержание алюминия	Группа наблюдения	Группа сравнения
Al в крови, мг/дм^3	0,0534 ± 0,0160	0,0297 ± 0,0113
Al в моче, мг/дм^3	0,076 ± 0,0011*	0,0089 ± 0,0009
IgG специфический к Al, усл. ед.	0,2177 ± 0,0412	0,2666 ± 0,0374

По результатам анализа данных *t*-теста для зависимых переменных в группах наблюдения и сравнения было выявлено наличие зависимости уровня IgG специфического к Al от уровня алюминия в крови ($t = 6,41$, $p < 0,0000$) и уровня алюминия в моче ($t = 7,76$, $p < 0,0000$).

По результатам анализа полиморфизма генов детского населения, проживающего в зоне влияния отходов предприятия по производству первичного алюминия, отмечается достоверно ($p < 0,05$) повышенная распространенность вариантного гомозиготного генотипа (50,0 %) гена супрессора опухолевого роста гена *TP53_72* (C/G rs1042522).

Представленные результаты (табл. 2) демонстрируют, что вариант гомозиготного нормального генотипа гена *TP53_72* (C/G rs1042522) группы наблюдения достоверно ассоциирован со специфическим ответом (IgG специфического к Al), тогда как гетерозиготный генотип группы наблюдения такой зависимостью не отличается.

Таблица 2

Зависимость уровня IgG специфического к Al от генотипов гена *TP53_72* (C/G rs1042522)

Группа	Генотип (*n*)	Уровень $IgG_{спец\ к\ Al}$ (*p*)	Разница (95 % *CI*)
Наблюдения	C/C (9)	0,31 (0,08)	0,00
	C/G (11)	0,14 (0,03)	–0,17 (–0,34–0,00)
	G/G (2)	0,25 (0,17)	–0,06 (–0,35–0,24)
Сравнения	C/C (13)	0,18 (0,04)	0,00
	C/G (18)	0,31 (0,05)	0,12 (–0,01–0,26)
	G/G (1)	0,63 (–)	0,44 (0,05–0,84)

Установлено, что уровни IgG специфического к Al имеют достоверные межгрупповые различия по генотипам (тест на взаимодействие в тренде $p = 0,0089$).

Выводы:

1. Установлено статистически достоверное различие по содержанию алюминия в биосредах детей, при отсутствии достоверной разницы в содержании

специфического IgG к Al у детей групп наблюдения и сравнения, что указывает на участие алюминия в формирование патологии нервной системы без подключения механизма специфической сенсибилизации на данном этапе формирования патологии.

2. По данным *t*-теста для зависимых переменных, как в группе наблюдения. так и в группе сравнения, было выявлено наличие зависимости уровня IgG специфического к Al от уровня алюминия в крови ($t = 6{,}41$, $p < 0{,}0000$) и уровня алюминия в моче ($t = 7{,}76$, $p < 0{,}0000$).

3. Установлена достоверно повышенная распространенность вариантного гомозиготного генотипа (50,0 %) гена супрессора опухолевого роста гена *TP53_72* (C/G rs1042522) ($p < 0{,}05$) у детского населения, проживающего в зоне влияния отходов предприятия по производству первичного алюминия, независимо от наличия установленной патологии нервной системы.

4. Вариант гетерозиготного генотипа гена *TP53_72* (C/G rs1042522) группы наблюдения достоверно ассоциирован со снижением специфического ответа на контаминацию алюминием по критерию IgG специфического к Al, тогда как гомозиготный нормальный генотип группы наблюдения такой зависимостью не отличается, что указывает на истощение возможностей конъюгирования нейротропного яда у детей с мутированным геном апоптоза и развитием процесса в органе-мишени, в отличие от группы сравнения (без патологии НС).

5. Достоверно различаются уровни IgG специфического к Al по генотипам между анализируемыми группами (тест на взаимодействие в тренде $p = 0{,}0089$)

Список литературы

1. Зайцева Н.В., Долгих О.В., Дианова Д.Г. Особенности иммунологических и генетических нарушений человека в условиях дестабилизации среды обитания: монография. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2016. – 300 с.

2. Машенцева И.А., Власова О.С. Анализ негативного воздействия на окружающую среду предприятий по производству алюминия [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона: электронный научный журнал. – 2017. – № 1. – URL: http: //ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4031 (дата обращения: 13.06.2018).

3. Некоторые аспекты влияния алюминия и его соединений на живые организмы / И.В. Шугалей, А.В. Гарабаджиу, М.А. Илюшин, А.М.Судариков // Экологическая химия. – 2012. – Т. 21, № 3. – С. 172–186.

4. НСАМ № 480–Х. Определение элементного состава природных и питьевых вод методом ICP MS [Электронный ресурс] // Союз: эколого-аналитический информационный центр. – URL: http: //center-souz.ru/pochva/analysis-of-rocks (дата обращения: 13.06.2018).

5. СТО М 12-2013. Методика измерений массовых концентраций химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. – Пермь, 2013.

Особенности иммунного статуса и полиморфизма кандидатных генов взрослого населения в условиях внешнесредового воздействия соединений алюминия

Н.А. Никоношина, А.А. Мазунина, О.В. Долгих

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

Проведен анализ иммунологических и генетических индикаторных показателей взрослого населения с установленными функциональными нарушениями ЖКТ, проживающего в зоне влияния выбросов предприятия по производству первичного алюминия. Избыточная контаминантная нагрузка соединениями алюминия ассоциирована с повышением уровня специфической сенсибилизации по критерию IgG к алюминию, а также усилением иммунорегуляторных процессов CD4+, CD25+, CD127- и апоптоза CD95+. Патология ЖКТ в условиях аэрогенной экспозиции соединениями алюминия формируется за счет вариантных гомозиготных генотипов генов *BRCA1* и *VEGFA*, а также нормального гомозиготного генотипа гена *SOD2*. Установленные особенности иммуногенетического статуса могут лежать в основе формирования воспалительно-пролиферативных изменений пищеварительного тракта, а с учетом преимущественно повышенного уровня CA-19-9, ассоциированного с вариантным генотипом *BRCA1*, топика воспалительных нарушений будет картирована в верхних отделах ЖКТ.

Алюминиевая промышленность является одной из перспективных и быстро развивающихся отраслей цветной металлургии в Восточной Сибири, где функционируют крупнейшие предприятия отрасли, определяющие эффективное развитие экономики не только данного региона, но и России в целом. Однако формирование территориально-промышленных комплексов привело к избыточной концентрации промышленных предприятий и к осложнению экологической обстановки в данном регионе. В свою очередь избыточная техногенная нагрузка химическими факторами обусловливает снижение сопротивляемости организма, приводящее к функциональным и морфологическими изменениям органов и систем, вплоть до развития патологий как у профессиональных групп, так и у населения селитебных зон промышленных предприятий [1, 4].

На развитие и распространенность гастроэнтерологической патологии оказывает влияние целый ряд факторов риска, значительное место среди которых занимает неблагоприятное воздействие окружающей среды. Химические вещества, загрязняющие питьевую воду и продукты питания, оказывают неблагоприятное воздействие на состояние желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) путем угнетения местного иммунитета, подавления активности пищеварительных ферментов, а также нарушения нейроэндокринной и паракринной регуляции тонуса и перистальтики органов пищеварения [3].

Функциональное состояние механизмов гомеостаза в условиях избыточной техногенной нагрузки химическими факторами определяет вероятность развития

патологических изменений в организме человека, ранняя диагностика которых становится возможной в результате разработки и использования системы индикаторных показателей, отражающих особенности иммунного статуса и полиморфизма генов-кандидатов [2, 5, 6]. Высокая чувствительность наукоемких биомедицинских технологий идентификации иммунологических и генетических маркеров позволяет использовать их для ранней диагностики нарушений состояния здоровья и повышения эффективности профилактических мероприятий.

Цель данной работы – анализ особенностей иммунного статуса и полиморфизма кандидатных генов взрослого населения в условиях внешнесредового воздействия соединений алюминия.

Материалы и методы. Проведено обследование 57 женщин в возрасте от 28 до 53 лет, проживающих в зоне влияния выбросов предприятия по производству первичного алюминия, характеризующейся высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха химическими примесями, включая соединения алюминия в составе взвешенных частиц. Группу наблюдения составили 26 женщин с установленными патологиями ЖКТ (гастродуоденит, дискинезия желчевыводящих путей). Группу сравнения составили женщины (31 человек) без клинических проявлений данных патологий. Группы сопоставимы по этническому и возрастному составу, а также по социальному статусу.

Определение содержания алюминия в биологических средах проводили методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на масс-спектрометре Agilent 7500_{cx} (Agilent Technologies Inc., США).

Изучение маркеров клеточной дифференцировки проводилось методом проточной цитометрии – определение популяций и субпопуляций лимфоцитов (CD3+CD25+, CD3+CD95+, CD127–, CD3+CD4+) на проточном цитометре FACSCalibur (Becton Dickinson, USA) с использованием универсальной программы CellQuestPrO.

Определение содержания специфического IgG к алюминию, пепсиногена I, пепсиногена II, супероксиддисмутазы, карциноэмбрионального антигена, CA 19-9, VEGF проводили методом иммуноферментного анализа.

Для исследования полиморфных вариантов в кандидатных генах использовали методику полимеразной цепной реакции (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). У всех обследуемых был изучен полиморфизм SNP (single-nucleotide polymorphisms – однонуклеотидные замены) генов супрессора опухолевого роста *BRCA1,* фермента супероксиддисмутазы *SOD2* и фактора роста эндотелия сосудов *VEGFA,* ассоциированных с высоким риском развития патологий ЖКТ. Генетический материал был выделен из периферической крови сорбентным методом с применением комплекта реагентов для экстракции ДНК из клинического материала: «АмплиПрайм ДНК-сорбВ Форма 2 вариант 100» (ООО «НекстБио», Россия). Для определения генетического полиморфизма исследуемых генов использовали тест-системы («Синтол», Россия) – наборы реагентов для определения полиморфизмов: 3361C>T гена (rs3950989), C14510A гена *SOD2* (rs2758330), G634C гена *VEGFA* (rs2010963).

Полиморфизм исследуемых генов генотипировали в режиме реального времени на приборе CFX96 Real Time System C1000 Thermal Cycler (BioRAD, Singapour).

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.

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью пакета программ Microsoft Office, а также программы Statistica 6.0 и включала в себя описательную статистику и двухвыборочный *t*-критерий Стьюдента. Различия между группами считались значимыми при $p < 0,05$. Расчет распределения частот генотипов и аллелей в группах наблюдения и сравнения проводился с помощью унифицированной программы «Ген Эксперт», используемой для расчета статистических параметров для исследований «случай – контроль», использующих SNP (диагностику однонуклеотидных полиморфизмов).

Результаты и их обсуждение. По результатам проведенного химико-аналитического исследования биосред взрослого населения, проживающего в условиях аэрогенной экспозиции соединениями алюминия, установлен повышенный уровень контаминации алюминия в моче (0,0139 ± 0,0027 мг/дм^3) по отношению к группе сравнения (0,0094 ± 0,0021 мг/дм^3).

Результаты клинико-лабораторного исследования крови взрослого населения, проживающего в зоне воздействия выбросов предприятия по производству алюминия, позволили установить комплекс функциональных изменений клеточного звена иммунного ответа и гуморальной регуляции организма (табл. 1).

Установлено, что группа взрослых с функциональными нарушениями ЖКТ отличается снижением уровня пищеварительных проферментов: пепсиногена I (90,729 ± 19,885 мкг/л) и пепсиногена II (9,628 ± 2,685 мкг/л) по отношению к группе наблюдения, не достигшим уровня достоверности.

Таблица 1

Иммунологические и регуляторные показатели взрослого населения, проживающего в условиях аэрогенной экспозиции соединениями алюминия

Показатель	Референтный уровень	Группа наблюдения (n = 26)	Группа сравнения (n = 31)
IgG к алюминию, усл. ед.	0–0,1	0,249 ± 0,039*	0,152 ± 0,026
CD3+CD25+-лимфоциты, абс., 10^9/дм^3	0,19–0,56	0,178 ± 0,072*	0,100 ± 0,037
CD3+CD25+-лимфоциты, отн., %	13–24	12.400 ± 2,120*	6,300 ± 2,862
CD3+CD95+-лимфоциты, абс., 10^9/дм^3	0,63–0,97	0,506 ± 0,090	0,358 ± 0,052
CD3+CD95+-лимфоциты, отн., %	39–49	26,833 ± 4,089*	19,000 ± 1,899
CD127–лимфоциты, абс., 10^9/дм^3	0,015–0,04	0,128 ± 0,037*	0,056 ± 0,014
CD127– лимфоциты, отн., %	0,8–1,2	5,746 ± 0,915*	3,480 ± 0,726
CD3+CD4+-лимфоциты, абс., 10^9/дм^3	0,41–1,59	0,946 ± 0,068*	0,767 ± 0,063
CD3+CD4+-лимфоциты, отн., %	31–60	49,917 ± 1,912*	44,278 ± 1,940
CD4+/CD8+, усл. ед.	0,8–4,2	1,982 ± 0,191*	1,524 ± 0,128
Пепсиноген I, мкг/л	30–130	90,729 ± 19,885	98,262 ± 12,19
Пепсиноген II, мкг/л	4–22	9,628 ± 2,685	12,154 ± 7,505
Карциноэмбриональный антиген, нг/см^3	0–2,9	1,477 ± 0,195	1,780 ± 0,278
CA-19-9, единиц/мл	0–35	5,997 ± 1,739	4,723 ± 0,891
VEGF, пг/мл	10–700	129,464 ± 32,632	152,783 ± 30,666

Примечание: * – $p < 0,05$ – различия между группами статистически значимы.

Выявлены изменения иммунного статуса (табл. 1) взрослого населения с установленной патологией ЖКТ, характеризующиеся достоверно ($p < 0,05$) повышенным уровнем специфической сенсибилизации по критерию IgG к алюминию (0,249 ± 0,039 усл. ед.) относительно референтного уровня (0–0,1 усл. ед.) и группы сравнения (0,152 ± 0,026 усл. ед.).

В группе наблюдения отмечено статистически значимое ($p < 0,05$) повышение абсолютного ((0,178 ± 0,072)10^9/дм^3) и относительного (12,400 ± 2,120 %) содержания маркера ранней активации CD25+ по сравнению с аналогичными значениями группы сравнения.

Установлено существенное увеличение абсолютного содержания маркера апоптоза CD95+ ((0,506 ± 0,090)10^9/дм^3), а также достоверное ($p < 0,05$) повышение его относительного уровня (26,833 ± 4,089 %) по сравнению с контрольными значениями.

Контингент взрослого населения с установленными патологиями ЖКТ, подвергающийся внешнесредовому воздействию соединений алюминия, характеризуется достоверно повышенным ($p < 0,05$) абсолютным ((0,128 ± 0,037)10^9/дм^3) и относительным (5,746 ± 0,915 %) содержанием регуляторного маркера CD127– относительно референтных уровней и аналогичных значений группы сравнения.

Также в группе наблюдения отмечается статистически значимое увеличение абсолютного ((0,946 ± 0,068)10^9/дм^3) и относительного (49,917 ± 1,912 %) количества Т-хелперов (CD3+CD4+), а также индекса CD4+/CD8+ (1,982 ± 0,191 усл. ед.) по отношению к группе сравнения.

По результатам анализа полиморфизма кандидатных генов взрослого населения с установленной патологией ЖКТ, проживающего в зоне влияния выбросов предприятия по производству первичного алюминия, отмечается достоверно ($p < 0,05$) повышенная распространенность вариантного аллеля (50,0 %) гена супрессора опухолевого роста *BRCA1* (rs3950989), а также его минорного гомозиготного генотипа (21,4 %) по сравнению с аналогичными значениями контрольной группы (табл. 2). При этом в группе наблюдения выявлено повышение содержания CA-19-9 (5,997 ± 1,739 ед./мл) (см. табл. 1): на фоне снижения уровня карциноэмбрионального антигена (1,477 ± 0,195 нг/см^3) по отношению к группе сравнения. Полученные результаты могут свидетельствовать о повышенном риске развития злокачественных опухолей у обследованных лиц в группе наблюдения. Причем с учетом преимущественно повышенного уровня CA-19-9, ассоциированного с вариантным генотипом BRCA1, процесс может иметь приоритетную локализацию в верхних отделах пищеварительного тракта.

Группа наблюдения отличается статистически значимым ($p < 0,05$) увеличением частоты аллеля дикого типа (85,7 %) и нормального гомозиготного генотипа (71,4 %) гена супероксиддисмутазы *SOD2* (rs2758330) относительно группы сравнения, что сопровождается повышенным содержанием данного фермента (61,575 ± 7,690 нг/см^3). В норме супероксиддисмутаза катализирует дисмутацию супероксида в кислород и пероксид водорода, что приводит к повышенной активности биохимических процессов, ассоциированных с митоходриями.

Полиморфизм гена фактора роста эндотелия сосудов *VEGFA* (rs2010963) характеризуется увеличенной частотой вариантного аллеля (39,3 %) и достоверно ($p < 0,05$) повышенной ($p < 0,05$) распространенностью вариантного гомозиготного генотипа (28,6 %), ассоциированной со снижением уровня данного сосудистого фактора (129,464 ± 32,632 пг/мл) по сравнению с аналогичными значениями груп-

пы сравнения. Данный феномен вызывает дисбаланс процессов метаболизма и усвоения ингредиентов, ассоциированных с пищеварением

Таблица 2

Распределение частот аллелей и генотипов взрослого населения, проживающего в условиях аэрогенной экспозиции соединениями алюминия

Ген	Генотип / аллель	Частоты генотипов / аллелей, %	
		группа наблюдения (n = 26)	группа сравнения (n = 31)
BRCA1 3361C>T rs3950989	G/G	21,4	47,1
	G/A	57,1	52,9
	A/A	21,4*	0,0
	G	50,0	73,5
	A	50,0*	26,5
SOD2 C14510A rs2758330	C/C	71,4*	47,1
	C/A	28,6	29,4
	A/A	0,0	23,5
	C	85,7*	61,8
	A	14,3	38,2
VEGFA G634C rs2010963	G/G	50,0	47,1
	G/C	21,4	52,9
	C/C	28,6*	0,0
	G	60,7	73,5
	C	39,3	26,5

Примечание: * – $p < 0,05$ – различия между группами статистически значимы.

Выводы. В результате проведенного обследования взрослого населения с функциональными нарушениями ЖКТ, проживающего в условиях внешнесредового воздействия соединений алюминия, установлены изменения микроэлементного состава биосред, иммунного статуса и полиморфизма кандидатных генов. Выявлено достоверное ($p < 0,05$) повышение уровня контаминации алюминия в биосредах. Иммунный статус группы наблюдения характеризуется повышенным уровнем специфической сенсибилизации по критерию IgG к алюминию, а также активацией иммунорегуляторных процессов CD4+, CD25+, CD127- и апоптоза CD95+. Формирование патологии ЖКТ у взрослого населения в условиях экспозиции соединениями алюминия ассоциировано ($p < 0,05$) с вариантными аллелями и вариантными гомозиготными генотипами гена *BRCA1* (rs3950989) *и VEGFA* (rs2010963), а также с аллелем дикого типа и нормальным гомозиготным генотипом гена *SOD2* (rs2758330), что может лежать в основе формирования воспалительно-пролиферативных изменений пищеварительного тракта.

Список литературы

1. Белан Ю.А., Дианова Д.Г. Состояние среды обитания человека и ее влияние на здоровье населения // Инновационная наука. – 2017. – № 3–2. – С. 247–250.

2. Долгих О.В., Кривцов А.В., Харахорина Р.А. Иммунные и ДНК-маркеры воздействия техногенной нагрузки // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2012. – № 4. – С. 240–241.

3. Иванов А.В., Рылова Н.В., Хафизова Г.Н. Роль факторов окружающей среды в формировании патологии пищеварительного тракта у детей // Казанский медицинский журнал. – 2009. – № 4. – С. 590–594.

4. Мамедова М.Н. Влияние некоторых факторов производственной среды на состояние здоровья женщин // Медицинские новости. – 2011. – № 12. – С. 44–46.

5. Технологии иммуногенетических исследований для оценки воздействия внешнесредовых факторов на здоровье населения / О.В. Долгих, А.В. Кривцов, К.Г. Старкова, О.А. Бубнова, Е.А. Отавина, И.Н., Аликина Н.В. Безрученко, М.А. Гусельников // Вестник ПГУ. Биология. – 2016. – № 4. – С. 368–373.

6. Duramad P., Holland N.T. Biomarkers of immunotoxicity for environmental and public health research // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2011. – № 8 (5). – P. 1388–1401.

Оценка биохимических показателей, характеризующих состояние центральной нервной системы у детей, проживающих в зоне акустического воздействия авиационного транспорта

Е.В. Пескова

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

Повышенное шумовое воздействие на человека приводит к развитию негативных эффектов состояния центральной нервной системы. У детей, проживающих в зоне повышенного акустического воздействия авиационного транспорта, установлены отклонения биохимических показателей, которые могут характеризовать развитие негативных эффектов со стороны центральной нервной системы (повышение уровня норадреналина и адреналина в крови, тенденция к повышению дофамина в крови), оксидантных и антиокислительных процессов (тенденция к повышение содержания МДА и повышению уровня АОА плазмы крови).

Ключевые слова: авиационный транспорт, шум, детское население, биохимические показатели, центральная нервная система, оксидантные и атиокислительные процессы.

В настоящее время проблема повышенного уровня шума становится все более острой вследствие его возрастающего воздействия на население в условиях плотной городской застройки. Согласно Государственному докладу «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году» в структуре жалоб населения на физические факторы на территории жилой застройки наибольший удельный вес отмечается по шуму (16,0 %) [3].

Неблагоприятные акустические условия для населения складываются, в том числе, при расположении аэропорта в черте города или на близком расстоянии от него. При круглосуточной интенсивной эксплуатации аэропортов эквивалентные уровни звука на жилой территории могут достигать в дневное время 80 дБА, в ночное – 78 дБА, максимальные уровни колеблются от 92 до 108 дБА [1].

Влияние загрязнения окружающей среды авиационным транспортом на организм человека в первую очередь связано с воздействием на органы слуха и центральную нервную систему. Шум через проводящие пути звукового анализатора воздействует на различные центры головного мозга, изменяет нормальное взаимоотношения процессов нервной деятельности, нарушает равновесие возбудительных и тормозных процессов. Важными показателями функционального состояния центральной нервной системы при воздействии шума являются способность к концентрации внимания и умственная работоспособность. Доказано, что нарушение состояния центральной нервной системы под влиянием шума приводит к снижению внимания и работоспособности, особенно умственной, что может быть связано с увеличением содержания в крови гормонов стресса. Также шум приводит к усилению генерации свободных радикалов в организме, что ведет к дисбалансу оксидантных и антиокислительных процессов [4–6].

Целью исследования являлась оценка нарушений биохимических показателей, характеризующих вероятное развитие негативных эффектов состояния центральной нервной системы у детей, проживающих в зоне акустического воздействия авиационного транспорта.

Материалы и методы. Проведено обследование детей в возрасте 5–7 лет, постоянно подвергающихся негативному воздействию шумового фактора от авиационного транспорта (группа наблюдения), и детей, проживающих в отсутствии воздействия данного фактора (группа сравнения). Общее количество обследованных детей – 100 (32 человека – группа наблюдения, 68 человек – группа сравнения). Обследование детей выполнено в соответствии с обязательным соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации этических принципов Всемирной медицинской ассоциации (1975 г. с дополнениями 1983, 1989 г.).

Комплекс биохимических показателей, характеризующих развитие негативных эффектов со стороны центральной нервной системы при акустическом воздействии авиационного транспорта, включал оценку содержания адреналина, дофамина и норадреналина в крови, оценку баланса оксидантных и антиокислительных процессов – содержание малонового диальдегида (МДА) и уровня антиоксидантной активности (АОА) плазмы крови. В качестве критериев оценки отклонений лабораторных показателей использовали возрастные физиологические уровни и уровни изучаемых показателей детей группы сравнения. Определение данных показателей в крови исследуемых групп осуществляли с помощью стандартных унифицированных методов диагностики [2].

Результаты и их обсуждение. При оценке баланса нейромедиаторов, синтезирующихся в мозговом веществе надпочечников, установлено, что в крови детей группы наблюдения прослеживается тенденция к повышению уровня дофамина, являющегося биохимическим предшественником норадреналина и адреналина. Установлено повышение в 5,5 раза содержания норадреналина в крови детей группы наблюдения (257,932 ± 81,947 пг/см^3) относительно аналогичного показателя в крови детей группы сравнения (p = 0,000). Среднее содержание адреналина в крови

детей группы наблюдения составило 74,664 ± 12,075 пг/см^3, что в 1,9 раза выше, чем в крови детей группы сравнения (p = 0,000).

При оценке показателей активности окислительных процессов установлено, что частота встречаемости проб крови с повышенным содержание МДА в плазме крови детей группы наблюдения – 56,7 %. При этом среднее значение содержания МДА в плазме крови детей группы наблюдения (2,746 ± 0,183 ммоль/дм^3) превысило верхнюю границу физиологической нормы (p = 0,012). Оценка состояния антиоксидатной защиты выявила тенденцию к повышению уровня АОА плазмы крови у детей группы наблюдения. Несмотря на отсутствие достоверных различий между группой наблюдения и группой сравнения по уровню АОА плазмы крови частота регистрации проб с повышенным уровнем данного показателя у детей группы наблюдения составила 46,7 %, что в 2,2 раза чаще относительно показателя группы сравнения.

Выводы. Таким образом, результаты исследования позволили установить, что у детей, проживающих в зоне повышенного акустического воздействия авиационного транспорта, формируется риск развития негативных эффектов со стороны центральной нервной системы. При оценке баланса нейромедиаторов установлена тенденция к повышению уровня дофамина, норадреналина и адреналина в крови, что свидетельствует о его нарушении в виде усиления процесса возбуждения в нейронах центральной нервной системы. Выявлены отклонения показателей, характеризующих нарушение баланса оксидантных и антиокислительных процессов (повышение содержания МДА и повышению уровня АОА плазмы крови). Данные показатели целесообразно использовать для ранней диагностики нарушений состояния центральной нервной системы у детей, проживающих в зоне повышенного уровня шума от авиационного транспорта.

Список литературы

1. Бершадский В.Я., Шерстюченко О.А. О проблемах управления транспортным шумом // Транспорт Урала. – 2012. – № 4. – С. 37–40.

2. Медицинские лабораторные технологии и диагностика: справочник. Медицинские лабораторные технологии: в 2 т. / под ред. проф. А.И. Карпищенко. – СПб.: Интермедика, 2002. – 368 с.

3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере зашиты прав потребителей и благополучия человека, 2017. – 268 с.

4. Общая и военная гигиена: учебник для студентов медицинских вузов / под ред. Ю.В. Лизунова, С.М. Кузнецова; Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова. – СПб.: СпецЛит, 2012. – 732 с.

5. Руководство по геронтологии и гериатрии: в 4 т. / под ред. акад. РАМН, проф. В.Н. Ярыгина, проф. А.С. Мелентьева. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – Т. 2. Введение в клиническую гериатрию. – 784 с.

6. Эколого-гигиеническая оценка и контроль: практическое руководство: в 2 т. / Н.Ф. Измеров, Суворов Г.А., Куралесин Н.А. [и др.]. – М.: Медицина, 1994. – Т. 2. – 232 с.

Исследование иммунных показателей и апоптоза у городского населения в условиях промышленного загрязнения металлами

К.Г. Старкова[1], Е.А. Отавина[1], О.В. Долгих[1,2,3], Д.В. Ланин[1,2], Д.Г. Дианова[1]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
[2]ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
[3]ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
г. Пермь, Россия

Исследование особенностей иммунной регуляции и апоптоза у городского населения, проживающего в условиях промышленного загрязнения металлами, показало изменение фагоцитарной активности, повышенный уровень сенсибилизации по содержанию IgE и IgG к алюминию, снижение экспрессии CD25 и CD95 Т-клеточных рецепторов, угнетение апоптоза, опосредованное нарушением процесса запуска через Fas-рецептор и TNFRI и регуляции. Факторами внешнесредового окружения, достоверно изменяющими значения показателей иммунитета, выступили марганец, свинец, хром, алюминий.

Ключевые слова: иммунная регуляция, апоптоз, марганец, свинец, хром, алюминий.

Система иммунной регуляции играет важнейшую роль в процессе адаптации к измененным условиям среды обитания, поэтому исследование особенностей изменения иммунной реактивности у населения в условиях активного техногенного воздействия и выявление маркерных иммунных показателей для оценки состояния здоровья необходимо в целях мониторинга и профилактики развития иммуноопосредованных заболеваний [1, 2, 5].

Промышленное загрязнение металлами относится к широко распространенным формам техногенного воздействия, которое способно существенно влиять на состояние здоровья населения, в том числе и на систему иммунной регуляции, инициируя развитие воспалительных, аутоиммунных или аллергических заболеваний [6]. Металлы могут проявлять иммунотоксические свойства, изменять функциональную активность клеток иммунной системы [3, 4].

Цель работы – исследование особенностей изменения показателей иммунной регуляции и апоптоза у городского населения в условиях промышленного воздействия металлами.

Проведено обследование взрослого населения крупного промышленного центра (г. Братск Иркутской области) – 47 человек, проживающих в зоне влияния промышленных предприятий, деятельность которых сопровождается значительным загрязнением среды обитания. Известно, что г. Братск является одним из приоритетных городов по уровню загрязнения атмосферного воздуха. Группу наблюдения составили 22 человека из «условно чистого» района, пос. Листвянка

Иркутской области. Группы были сопоставимы по полу, возрасту и соматической заболеваемости.

Определение массовых концентраций химических элементов в биосредах осуществляли методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой в соответствие с МУК 4.1.3161–14 и МУК 4.1.3230–14 на масс-спектрометре Agilent 7500_{cx} (Agilent Technologies Inc., США). Показатели фагоцитарной активности исследовали, используя в качестве объектов фагоцитоза формалинизированные эритроциты барана. Уровни сывороточных иммуноглобулинов (Ig) классов A, M, G оценивали методом радиальной иммунодиффузии по Манчини, концентрацию IgE общего – методом иммуноферментного анализа на анализаторе El_x808IU (BioTek, США). Специфические антитела IgG к алюминию определяли с помощью аллергосорбентного тестирования с ферментной меткой.

Изучение маркеров клеточной дифференцировки проводили методом проточной цитометрии, определяли популяции и субпопуляции лимфоцитов, их рецепторы и транскрипционные факторы ($CD3^+$, $CD4^+$, $CD8^+$, $CD19^+$, $CD16^+CD56^+$, $CD25^+$, $CD95^+$, TNFRI, p53, Bax, Bcl-2) методом мембранной иммунофлюоресценции на проточном цитометре FACSCalibur (Becton Dickinson, США) с использованием универсальной программы CellQuestPrO, применяя панели меченых моноклональных антител, суммарно регистрировали не менее 10 000 событий. Для исследования интенсивности апоптоза оценивали экспрессию на мембране клеток фосфатидилсерина с помощью меченого аннексина V (AnnexinV-FITC) и фрагментацию ДНК красителем 7-AAD (7-amino-actinomycin D), определяли AnnexinV-$FITC^+7AAD^-$ – ранний апоптоз, AnnexinV-$FITC^+7AAD^+$ – поздний апоптоз и некроз.

Статистический анализ полученных данных проводили с помощью вариационной статистики, рассчитывали среднее арифметическое (*M*) и стандартную ошибку среднего (*m*). Достоверность различий определяли по *t*-критерию Стьюдента, зависимости между признаками выявляли методом корреляционно-регрессионного анализа, критерия Фишера и коэффициента детерминации (R^2). Различия между группами считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты химико-аналитического исследования показали достоверно повышенные уровни относительно показателей группы сравнения по содержанию алюминия – в 26 % обследованных проб (группа наблюдения 0,021 ± 0,0065 мкг/мл, группа сравнения < 0,02 мкг/мл), марганца – в 74 % проб (группа наблюдения 0,011 ± 0,001 мкг/мл, группа сравнения 0,008 ± 0,001 мкг/мл), свинца – в 57,4 % (группа наблюдения 0,015 ± 0,003 мкг/мл, группа сравнения 0,0097 ± 0,0018 мкг/мл), хрома – в 72,2 % проб (группа наблюдения 0,030 ± 0,0005 мкг/мл, группа сравнения 0,0013 ± 0,0005 мкг/мл) ($p < 0,05$). В то же время отмечено превышение уровней группы сравнения по содержанию контаминантов в моче, по алюминию – в 10 раз (группа наблюдения 0,028 ± 0,005 мкг/мл, группа сравнения 0,0024 ± 0,0022 мкг/мл), по свинцу – в 2,7 раза (группа наблюдения 0,0016 ± 0,00066 мкг/мл, группа сравнения 0,0006 ± 0,00024 мкг/мл), по марганцу – в 2,7 раза (группа наблюдения 0,0013 ± 0,005 мкг/мл, группа сравнения 0,00048 ± 0,00022 мкг/мл) ($p < 0,05$).

Клинико-лабораторное исследование показало функциональные изменения показателей иммунной регуляции в обследованной группе. Так, выявлено повышение фагоцитарной активности по критерию фагоцитарного индекса относительно физиологической нормы у 52,2 % обследованных (группа наблюдения 2,124 ± 0,114 усл. ед., референтный интервал 1,5–2 усл. ед., $p < 0,05$) при отсутствии достоверных различий

с группой сравнения. Использование методического приема оценки отношения шансов изменения иммунологических тестов при возрастании концентрации контаминантов в биологических средах позволило установить достоверное снижение относительного и абсолютного фагоцитоза при увеличении концентрации марганца, свинца, хрома в крови и алюминия в моче (R^2 = 0,25–0,75, p < 0,05).

Одновременно отмечена тенденция к повышению уровня сывороточных иммуноглобулинов A, M и G, которые превышали установленные нормативы в 10,9–45,9 % случаев, причем для IgA выявлена достоверная разница по критерию кратности превышения нормы (группа наблюдения – 2,7 ± 0,204 г/л, референтный интервал 1,1–3 г/л, p < 0,05). Возрастание содержания IgG и IgA связано с увеличении концентрации марганца, свинца, хрома в крови и алюминия в моче (R^2 = 0,15–0,62, p < 0,05).

Повышенный по сравнению с возрастной нормой уровень общей сенсибилизации по содержанию IgE общего показан у 12,8 % обследованных, при этом наблюдалось достоверное превышение уровней группы сравнения в 2,4 раза (группа наблюдения 69,011 ± 24,775 МЕ/см^3, группа сравнения 26,918 ± 15,987 МЕ/см^3, p < 0,05). В то же время отмечено возрастание уровня специфической сенсибилизации к алюминию относительно референтного интервала (27,7 % проб) и показателей группы сравнения в 1,4 раза (группа наблюдения 0,091 ± 0,042 усл. ед., группа сравнения 0,063 ± 0,032 усл. ед., референтный интервал 0–0,1 усл. ед., p < 0,05), различия достоверны по кратностям превышения нормы. Математическое моделирование показало повышение концентрации IgE общего при увеличении концентрации марганца, хрома в крови и алюминия в моче (R^2 = 0,17–0,49, p < 0,05).

Показатели CD-иммунограммы соответствовали референтным интервалам за исключением достоверно сниженного по отношению к норме относительного и абсолютного содержания активационного маркера CD25 (группа наблюдения 5,55 ± 1,001 %, референтный интервал 13–24 %, p < 0,05) и CD95 (группа наблюдения 11,35 ± 1,098 %, референтный интервал 39–49 %, p < 0,05) у 90–100 % группы наблюдения, а также повышение относительного количества CD127$^-$-клеток, достоверное по кратностям превышения нормы (p < 0,05). Повышение содержания CD3$^+$-лимфоцитов и CD127$^-$-клеток связано с возрастанием концентрации марганца и свинца в крови (R^2 = 0,59–0,76, p < 0,05).

Кроме того, отмечены негативные тенденции в обеспечении клеточного гомеостаза, когда наряду со снижением экспрессии Fas-рецептора (CD95) показано уменьшение уровня TNFRI, обеспечивающего проведение сигнала запуска апоптоза, в среднем в 1,4 раза по сравнению с нормой, различия достоверны по кратностям превышения нормы (группа наблюдения 0,702 ± 0,433 %, референтный интервал 1,0–1,5 %, p < 0,05). Уровень апоптотических AnnexinV-FITC$^+$7AAD$^-$-клеток также снижался у 70,0 % обследованного контингента с кратностью уменьшения в 1,8 раза относительно референтного интервала (группа наблюдения 0,851 ± 0,493 %, референтный интервал 1,5–2,5 %, p < 0,05). При сравнении с контрольными показателями достоверные изменения отмечены только для внутриклеточного регуляторного фактора p53, сниженного в 1,7 раза (группа наблюдения 1,425 ± 0,605 %, группа сравнения 2,353 ± 0,677 %, p < 0,05). Анализ отношения шансов изменения иммунологических тестов при возрастании концентрации контаминантов в биологических средах показал достоверное понижение маркеров апоптоза Bax, p53, TNFRI и повышение Bcl2 при увеличении концентрации марганца, свинца, хрома в крови и алюминия в моче (R^2 = 0,43–0,91, p < 0,05).

Таким образом, по результатам проведенного иммунологического исследования взрослого городского населения, проживающего в условиях промышленного загрязнения среды металлами, показаны изменения фагоцитарной активности, угнетение Т-клеточных рецепторов, повышение специфической сенсибилизации к алюминию, нарушения протекания и регуляции процесса апоптоза. Факторами внешнесредового окружения, достоверно изменяющими значения показателей иммунитета, выступили марганец, свинец, хром, алюминий.

Список литературы

1. Засорин Б.В., Курмангалиев О.М., Ермуханова Л.С. Особенности иммунного статуса у населения урбанизированных территорий с повышенным содержанием тяжелых металлов // Гигиена и санитария. – 2012. – № 3. – С. 17–19.

2. Характеристика регуляторных систем у детей при воздействии химических факторов среды обитания / Д.В. Ланин, Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, О.В. Долгих, Д.Г. Дианова // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93, № 2. – С. 23–26.

3. Immunotoxicity of aluminum / Y. Zhu, Y. Li, L. Miao, Y. Wang, Y. Liu, X. Yan, X. Cui, H. Li // Chemosphere. – 2014. – Vol. 104. – P. 1–6.

4. Lehmann I., Sack U., Lehmann J. Metal ions affecting the immune system // Met. Ions. Life. Sci. – 2011. – Vol. 8. – P. 157–185.

5. MacGillivray D.M., Kollmann T.R. The role of environmental factors in modulating immune responses in early life // Front. Immunol. – 2014. – Vol. 5. – P. 434.

6. McKee A.S., Fontenot A.P. Interplay of innate and adaptive immunity in metal-induced hypersensitivity // Curr. Opin. Immunol. – 2016. – Vol. 42. – P. 25–30.

Исследование и оценка показателей крови крыс при многократной ингаляционной экспозиции аэрозолем нанодисперсного оксида кобальта

М.С. Степанков

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

Активное внедрение нанопродукции в различные сферы производста и потребления обусловливает актуальность проведения исследований, направленных на изучение токсических свойств наноматериалов. Проведена многократная ингаляционная затравка крыс водной суспензией нанодисперсного оксида кобальта. На 10-й день опыта отбирались образцы крови для биохимического и гематологического исследования. По результатам данного исследования отмечено повышение уровней амилазы, мочевины, щелочной фосфатазы, нейтрофилов, базофилов и снижение уровней, γ-глютамилтранспептидазы, лимфоцитов, моноцитов.

Ключевые слова: наночастицы, оксид кобальта, ингаляция, кровь.

На сегодняшний день отмечается стремительный рост мирового развития и коммерциализации продукции наноиндустрии и нанотехнологий в общей производственной цепочке, относящихся к сегменту рынка новых технологий (6-й технологический уклад) [4]. Значительная доля производства нанотехнологической продукции (наноматериалы, наноинструменты, наноприборы) базируется на использовании металлоксидных наночастиц. К числу перспективных в этом плане, имеющих широкое приложение в практической деятельности человека, относятся нанодисперсные оксиды никеля, марганца, кобальта (20 % произведенной продукции, относящейся к сфере электроприборостроения, нанооптики, биодиагностики, нанохимии [2, 6]). Несмотря на неоспоримые инновационные качества, наноматериалы, в том числе металлсодержащие наночастицы, в силу особых физико-химических свойств могут представлять определенную опасность для здоровья человека на всех этапах производства и потребления продукции, для объектов среды обитания и вызывать в будущем серьезные социально-экономические последствия [3]. В связи с этим исследования, направленные на изучение свойств наночастиц и их негативного влияния на организм, приобретают особую актуальность.

Наноразмерный оксид кобальта входит в перечень веществ, широко используемых в перспективных отраслях промышленности: в нанооптике, нанохимии, электронике, фармакологии, медицине [11]. Предварительное аналитическое обобщение результатов экспериментальных исследований на биологических моделях *in vitro* и *in vivo*, по данным собственных исследований и аннотируемых источников научной литературы, позволило оценить наночастицы оксида кобальта как вещество, обладающее высокой степенью потенциальной опасности для здоровья человека (значение потенциальной опасности (D) составило 1,86 и укладывается в диапазон 1,780–2,449, соответствующий высокой степени потенциальной опасности) с достоверной степенью оценки информации [1]. Этот факт обусловливает необходимость детального исследования и параметризации токсических свойств наноразмерного оксида кобальта, что является актуальным для решения задач управления риском здоровью работников, занятых в сфере производства, населения, подвергающегося внешнесредовой экспозиции, потребителей продукции.

Цель исследования – исследование и оценка показателей крови крыс при многократной ингаляционной экспозиции аэрозолем нанодисперсного оксида кобальта.

Материалы и методы. В качестве тестируемого материала использовали порошок нанодисперсного оксида кобальта (Cobalt (II, III) oxide, рег. номер CAS 1308-06-1, номер продукта 637025) производства компании Sigma-Aldrich (США)). Для сравнительного анализа использовали порошок микродисперсного оксида кобальта (Cobalt (II, III) oxide, рег. номер CAS 1308-06-1, номер продукта 221643).

Оценка размера и формы частиц оксида кобальта выполнена методом электронной микроскопии на сканирующем микроскопе высокого разрешения S-3400N (HITACHI, Япония) с приставкой для рентгеновского энергодисперсионного микроанализа (Bruker, Германия).

Исследование и оценка удельной площади поверхности частиц нативного порошка нанодисперсного оксида кобальта выполнена на приборе ASAP 2020 (Micromeritics, США) после дегазации исследуемого материала в вакууме при тем-

пературе 350 °С в течение 3 часов. Удельную площадь поверхности образцов рассчитывали по методу, предложенному Брунауэром, Эмметом и Тейлором.

Эксперимент выполнен на половозрелых крысах линии Wistar массой 250–300 г в количестве 12 особей в соответствии с требованиями этического комитета ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» и «Руководством по уходу и использованию лабораторных животных» [6]. Экспериментальные животные были разделены на две группы по 6 особей: опытная группа – животные, получавшие многократно ингаляционно аэрозоль водной суспензии нанодисперсного оксида кобальта, контрольная группа – животные, содержавшиеся в аналогичных условиях, но не подвергавшиеся ингаляционному воздействию исследуемого вещества.

Моделирование ингаляционного поступления вещества в организм экспериментальных животных осуществляли в ингаляционной системе с интегрированным программным обеспечением с использованием камеры для всего тела (TSE Systems GmbH, Германия). Для генерирования аэрозоля использовали водную суспензию нанодисперсного оксида кобальта в концентрации 125 мг/см^3 (в пересчете на кобальта оксид). Характеристика воздушных потоков в камере: приток воздуха – 10 дм^3/мин (концентрация кислорода не менее 19 %, углекислого газа не менее 1 %); скорость подачи водной суспензии нанодисперсного оксида кобальта – 0,4 см^3/мин; отток воздуха – 10 дм^3/мин; колебания давления внутри камеры – 0,4 миллибара; температура на протяжении всего эксперимента в камере – 22–25 °С. Отбор проб воздуха из камеры для определения концентрации тестируемого вещества осуществляли ежедневно на фильтры АФА-ВГ-10-1 через 2 и 4 часа экспозиции в течение 5 минут со скоростью подачи 2 дм^3/мин. Фактическая концентрация нанодисперсного оксида кобальта в воздухе ингаляционной камеры в течение всего эксперимента в среднем составила 2,58 ± 0,893 мг/м^3. Экспозицию проводили по 4 часа каждый день в течение 10 дней. На период экспозиции животные корм не получали.

Образцы крови отбирали из хвостовой вены сразу же после окончания последней экспозиции в объеме 3 см^3. Биохимическое исследование крови проводили с помощью полуавтоматического биохимического анализатора Humalyzer 2000 (Human GmbH, ФРГ) (расчет количества лактатдегидрогеназы и С-реактивного белка) и биохимического анализатора Keylab (BPC BioSed, Италия), исследование гематологических показателей крови – с помощью автоматического анализатора Coulter Ac*T 5diff AL (Beckman Culter, США).

Результаты и их обсуждение. По результатам сканирующей электронной микроскопии установлено, что исследуемый порошок состоит из сферических частиц с преимущественным размером в диапазоне 41,2–77,9 нм (рисунок). Удельная площадь поверхности составила 42,1 м^2/г. Малый размер частиц и высокая удельная площадь поверхности позволяют утверждать, что исследуемый порошок является наноматериалом.

Оценка результатов исследования биохимических показателей крови экспонированных животных позволила установить достоверное увеличение активности α-амилазы в 1,2 раза ($p = 0,006$), щелочной фосфатазы – в 1,4 раза ($p = 0,039$) и уровня мочевины – в 1,9 раза ($p = 0,0001$) относительно данных показателей у животных контрольной группы. Одновременно с этим отмечается снижение уровня γ-глютамилтранспептидазы (γ-ГТ) в 1,5 раза ($p = 0,009$) (табл. 1).

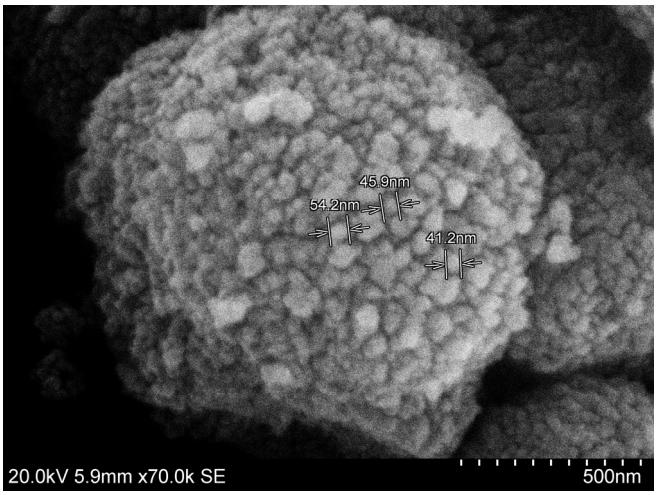


Рис. Изображение частиц наноразмерного оксида кобальта методом сканирующей электронной микроскопии

Таблица 1

Результаты биохимического исследования крови крыс при многократной ингаляционной экспозиции аэрозолем нанодисперсного оксида кобальта

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа			
	среднее значение ($M \pm m$)	среднее значение ($M \pm m$)	межгрупповое различие с контролем ($p \leq 0{,}05$)	кратность различий с контролем	
				выше	ниже
АЛТ, Е/дм^3	46,67 ± 8,52	34,40 ± 3,24	0,007	–	1,4
АСТ, Е/дм^3	134,17 ± 13,71	138,2 ± 12,39	0,586	1,03	–
α-амилаза, Е/дм^3	1204,67 ± 108,37	1478,4 ± 178,75	***0,006***	1,2	–
Билирубин общий, мкмоль/дм^3	2,38 ± 0,307	2,68 ± 0,51	0,204	1,13	–
Билирубин прямой, мкмоль/дм^3	0,783 ± 0,168	0,60 ± 0,152	0,06	–	1,3
γ-ГТ, Е/дм^3	3,33 ± 0,542	2,20 ± 0,73	***0,009***	–	1,5
Креатинин, мкмоль/дм^3	52,0 ± 5,43	56,2 ± 8,01	0,27	1,08	–
ЛДГ, Е/дм^3	1110,33 ± 273,65	969,20 ± 181,29	0,288	–	1,2
Мочевина, ммоль/дм^3	5,033 ± 0,407	9,69 ± 0,517	***0,0001***	1,9	–
СРБ, мг/дм^3	3,96 ± 0,302	3,34 ± 0,696	***0,049***	–	1,2
Щелочная фосфатаза, Е/дм^3	163,17 ± 36,85	230,0 ± 65,89	***0,039***	1,4	–

Оценка результатов исследования гематологических показателей позволила установить у животных опытной группы достоверное снижение уровня лимфоцитов в крови в 1,2 раза (p = 0,027) и моноцитов – в 1,4 раза (p = 0,002) относительно показателей группы контроля; достоверное увеличение количества сегментоядерных нейтрофилов в 1,5 раза (p = 0,019) и базофилов – в 3,0 раза (p = 0,006) (табл. 2).

Таблица 2

Результаты исследования гематологических показателей крови крыс при многократной ингаляционной экспозиции аэрозолем нанодисперсного оксида кобальта

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа			
	среднее значение ($M \pm m$)	среднее значение ($M \pm m$)	межгрупповое различие с контролем ($p \leq 0,05$)	кратность различий с контролем	
				выше	ниже
Лейкоциты, 10^9/дм^3	3,233 ± 1,07	2,7 ± 0,752	0,808	–	1,2
Эритроциты, 10^{12}/дм^3	7,345 ± 0,57	6,746 ± 0,61	0,089	–	1,09
Гемоглобин, г/дм^3	140,0 ± 9,1	130,6 ± 7,78	0,067	–	1,07
Гематокрит, г/дм^3	0,405 ± 0,034	0,37 ± 0,027	0,066	–	1,1
Средний объем эритроцитов, фл	55,17 ± 2,14	55 ± 2,323	0,891	–	1
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	19,08 ± 0,811	19,4 ± 1,072	0,541	1,02	–
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, г/дм^3	346,67 ± 9,64	353,2 ± 7,21	0,186	1,02	–
Нейтрофилы, %	24,33 ± 6,69	36,2 ± 8,92	***0,019***	1,5	–
Палочкоядерные нейтрофилы, %	1,0 ± 0,00	1,0 ± 0,00	–	–	–
Лимфоциты, %	69,33 ± 7,96	58,2 ± 7,92	***0,027***	**–**	1,2
Моноциты, %	3,67 ± 0,43	2,60 ± 0,48	***0,002***	–	1,4
Эозинофилы, %	1,33 ± 0,383	1,20 ± 0,555	0,615	–	1,12
Базофилы, %	0,33 ± 0,19	1,0 ± 0,485	***0,006***	3,0	–
Эозинофильно-лимфоцитарный индекс, усл. ед.	0,018 ± 0,006	0,022 ± 0,007	0,274	1,22	–

Таким образом, при многократном ингаляционном воздействии аэрозоля водной суспензии нанодисперсного оксида кобальта в фактической концентрации в воздухе ингаляционной камеры 2,58 ± 0,893 мг/м^3 в крови крыс линии Wistar относительно показателей контрольной группы установлено развитие негативных эффектов в виде снижения клеточного иммунитета (снижение относительного количества лимфоцитов и моноцитов), развитие воспалительной реакции (увеличение относительного количества сегментоядерных нейтрофилов и базофилов, повышение активности щелочной фосфатазы), возможное нарушение функции поджелудочной железы и почек (повышение активности амилазы и уровня мочевины).

Выявленные изменения биохимических и гематологических показателей у животных опытной группы относительно контроля, вероятно, связаны с тем, что наночастицы оксида кобальта при многократном ингаляционном поступлении в организм стимулируют выработку провоспалительных цитокинов, активизирующих деятельность сегментоядерных нейтрофилов, базофилов. Снижение уровня лимфоцитов может быть ответной реакцией клеточного иммунитета на окислительный стресс, обусловленный цитотоксическим действием наночастиц оксида кобальта [5, 8–10].

Выводы. Исследование размера (41,2–77,9 нм) и удельной площади поверхности (42,1 м^2/г) подтвердило, что изучаемый образец оксида кобальта является

наноматериалом. При многократном ингаляционном поступлении наночастицы оксида кобальта способны вызывать биохимические и гематологические изменения показателей крови, указывающие на развитие воспалительных процессов, на возможность нарушений функции поджелудочной железы и почек, снижение клеточного иммунитета. Полученные результаты необходимо учитывать при разработке профилактических мер для производителей и потребителей продукции, содержащей наночастицы оксида кобальта.

Список литературы

1. Изучение особенностей вредного действия наночастиц на организм на биологической модели: Отчет о НИР. Номер госрегистрации АААА-А16-116042910037-4. – Пермь, 2016. – 43 с.

2. Килимник А.Б., Острожкова Е.Ю. Электрохимический синтез нанодисперсных порошков оксидов металлов. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО ТГТУ, 2012. – 144 с.

3. Онищенко Г.Г. Стратегия безопасности в наноиндустрии // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 5. – С. 4–8.

4. Результаты анализа наноиндустрии в рамках ТС и ЕЭП (аналитический материал) [Электронный ресурс]. – 2014. – URL: http: //www.nanonewsnet.ru/ news/ 2015/rezultaty-analiza-nanoindustrii-v-ramkakh-ts-eep (дата обращения: 15.08.2016).

5. Comparative cytotoxicity and genotoxicity of cobalt (II, III) oxide, iron (III) oxide, silicon dioxide, and aluminum oxide nanoparticles on human lymphocytes *in vitro* / S. Rajiv, J. Jerobin, V. Saranya [et al] // Human and experimental toxicology. – 2015. – P. 1–14.

6. Comparison of acute oxidative stress on rat lung induced by nano and fine-scale, soluble and insoluble metal oxide particles: NiO and TiO2 / M. Horie, H. Fukui, S. Endoh, J. Maru, A. Miyauchi, M. Shichiri [et al.] // Inhalation Toxicology. – 2012. – Vol. 24 (7). – P. 391–400.

7. Guide for the care and use of laboratory animals.National Research Council of the national academies. – Washington: The national academies press, 2011. – 248 p.

8. lsabahy M., Wooley K. Cytokines as biomarkers of nanoparticle immunotoxicity // Chemical Society Reviews. – 2013. – Vol. 42 (12). – P. 5552–5576.

9. Mo Y., Zhu X., Hu X. Cytokine and NO release from peripheral blood neutrophils after exposure to metal nanoparticles: *in vitro* and *ex vivo* studies // Nanotoxicology. – 2008. – № 2. – P. 79–87.

10. Pepys M., Hirschfield G. C-reactive protein: a critical update // The Journal of Clinical Investigation. – 2003. – Vol. 111 (12). – P. 1805–1812.

11. The World's Manufacturer of Engineered & Advanced Materials. American Elements [Электронный ресурс]. – 2016. – URL: https: //www.americanelements.com/ cobalt-ii-iii-oxide-1308-06-1 (дата обращения: 01.06.2016).

Полимерные матрицы в сорбции иммуноглобулинов и определении протеолитической активности

Р.З. Хайруллин, С.Н. Куликов

ФБУН «Казанский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии» Роспотребнадзора, г. Казань, Россия

Показана возможность использования полимерной матрицы на основе полинуклеиновой кислоты для сорбции на ней специфических иммуноглобулинов. Сорбированные на полимерной матрице иммуноглобулины могут быть использованы в качестве субстрата для действия протеолитических ферментов. Определение протеолитической активности представленным способом является высокочувствительным, специфическим и малозатратным и может быть использовано в биомедицинской сфере.

Ключевые слова: полимерная матрица, ДНК, иммуноглобулин, протеиназная активность.

Протеиназы патогенных и условно-патогенных микроорганизмов играют существенную роль в патогенезе поражений. Большое внимание уделяется микробным протеолитическим ферментам, которые расщепляют молекулы иммуноглобулинов класса G (IgG). Для выявления активности этих энзимов применяются различные методы: спектрофотометрические, нефелометрические, иммунопреципитирующие, иммунохимические в сочетании с гельфильтрацией в полиакриламидном геле [7, 8]. Однако полуколичественная оценка протеолитической активности данными методами обладает невысокой чувствительностью, иногда не поддается стандартизации, поэтому трудноприменима в практике. Наиболее перспективным из современных способов определения IgG-протеиназной активности является метод иммуноферментного анализа благодаря своей высокой чувствительности.

В настоящее время существует несколько подходов к определению IgG-протеиназной активности с помощью иммуноферментного метода [2]. В этих случаях используется предварительная сорбция бактериальных антигенов (например, бактериальных антигенов) в лунках полистиролового планшета, с которыми впоследствии специфически взаимодействует добавляемый к ним IgG. Добавление к такой системе раствора, содержащего протеолитические ферменты, приводит к расщеплению IgG (отщеплению Fc-фрагмента), что легко фиксируется последующим добавлением в лунки конъюгата белка А стафилококка с пероксидазой. Преимуществом этого способа является его достаточно высокая чувствительность, однако использование в качестве сорбируемого на полистироловую поверхность планшета антигена, представляющего собой по сути комплекс бактериальных белков и гликопротеинов, обладает недостатком, а именно – подверженностью самого антигена к ферментативному расщеплению протеолитическими энзимами, что может исказить реальную величину активности исследуемого фермента. Для устранения этого нежелательного эффекта может быть применена схема раздельного осуществления ферментативной реакции – в одной емкости (планшете) с последующим определением концентрации нерасщепленных антител в другой емкости (планшете), содер-

жащей сорбированные антигены [2]. Однако недостатками такой оценки протеолитической активности являются: использование двух планшетов – для проведения реакции расщепления иммуноглобулинов, а затем переноса реакционной смеси во второй планшет тест-системы для определения количества нерасщепленного субстрата; необходимость предварительного подбора разведения тестируемого фермента, чтобы попасть в диапазон концентраций, благоприятных для определения активности.

Вышеупомянутая проблема была устранена в подходе [5], где в качестве субстрата использовался IgG, сорбированный непосредственно на полистироловую поверхность планшета без использования бактериального (белкового) антигена. Однако такой подход, несмотря на всю его простоту, обладает существенным недостатком – пониженной доступностью молекул IgG для ферментативного расщепления в силу того, что молекулы иммуноглобулинов благодаря гидрофобному взаимодействию зафиксированы на поверхности полистирола и менее доступны ферментам. Более того, благодаря большому размеру молекулы IgG сорбированный на полистироле иммуноглобулин может подвергаться многократному протеолитическому расщеплению без потери способности связывать впоследствии специфический конъюгат (белок А стафилококка с пероксидазой или специфический к Fc-фрагменту IgG с пероксидазой), что может привести к заниженной оценке протеолитической активности исследуемого фермента.

В связи с этим задачей настоящей работы являлась разработка простого способа, позволяющего с высокой точностью и высокой чувствительностью определять протеолитическую активность с использованием иммуноферментного метода.

Материалы и методы. Определение IgG-протеиназной активности проводили следующим образом. В лунки планшета предварительно сорбировали полимерную матрицу – двунитевую полидезоксирибонуклеиновую кислоту (ДНК). Для этого ДНК растворяли в 0,2 М натрий-фосфатном буферном растворе с pH 7,4 из расчета 20 мкг/мл. Приготовленный раствор в объеме 50 мкл вносили в лунки планшета, инкубировали в течение 24 ч при 4°С. После этого лунки планшета трижды промывали 0,2 М натрий-фосфатным буферным раствором, pH 7,4, содержащим 0,05 % твин-20, заливая по 100 мкл в каждую лунку. Затем планшет осушали путем вытряхивания остатка жидкости. Подготовленные таким образом планшеты можно хранить в течение года при 4°С в сухих условиях.

Затем растворяли IgG специфический к двунитевой ДНК в 0,2 М натрий-фосфатном буфере, pH 7,4, в концентрациях 0,1–1 мкг/мл и вносили по 50 мкл раствора в лунки планшета. Закрывали крышкой и оставляли на 1 ч при комнатной температуре. Три раза отмывали планшет 0,2 М натрий-фосфатным буферным раствором, pH 7,4, содержащим 0,05 % твин-20, заливая по 100 мкл в каждую лунку, затем планшет осушали путем вытряхивания остатка жидкости. В лунки планшета вносили по 100 мкл 0,02 М натрий-фосфатного буферного раствора с pH 7,4. В одну из лунок планшета вносили 100 мкл раствора фермента (трипсина) в том же буфере в концентрации 1 мкг/мл. Далее готовили двукратные разведения трипсина, используя несколько следующих лунок. После инкубации в термостате в течение 1 ч при 37 °С, трех отмывок 0,2 М натрий-фосфатным буферным раствором, pH 7,4, содержащим 0,05 % твин-20, и осушения планшета в каждую лунку вносили по 100 мкл конъюгата пероксидазы с белком А золотистого стафилококка (*Staphylococcus aureus*) в том же буфере в подобранном разведении.

После инкубации в термостате в течение 1 ч при 37 °С, трехкратной отмывки с детергентом и осушения планшета в каждую лунку вносили по 100 мкл субстратного раствора (0,038 % раствор о-фенилендиамина в 0,1 М натрий-цитратном буфере, pH 6,0, содержащий 0,06 % перекиси водорода). После 30-минутной инкубации в темноте при комнатной температуре реакцию останавливали внесением в каждую лунку 50 мкл 25 %-ной серной кислоты. Результаты реакции учитывали с помощью спектрофотометра с вертикальным лучом измерением светопоглощения при 492 нм. Количество расщепленного IgG определяли по разнице между количеством иммуноглобулина в контроле и опыте, используя стандартную калибровочную кривую. IgG-протеиназную активность рассчитывали по формуле

$$A = (C_k - C_o) / t\, C_f,$$

где A – активность фермента (в усл. единицах) активности; C_k – концентрация иммуноглобулина в контроле; C_o – концентрация иммуноглобулина в лунках, куда вносили раствор фермента; T – время протеолиза; C_f – концентрация фермента в анализируемом растворе.

Результаты и их обсуждение. Использование в качестве сорбированного антигена полимерных матриц, в данном случае – полинуклеиновой кислоты, позволяет избежать каталитически эффективного взаимодействия с ними исследуемого протеолитического фермента, что не приводит к искажению истинной величины активности изучаемого фермента. Кроме того, высокая степень полимеризации матриц, с которыми связываются молекулы IgG, позволяет эффективно нивелировать негативный эффект от наличия в среде с протеиназами ферментов, способных расщеплять полимерные матрицы, – нуклеаз, поскольку эффективное расщепление высокополимерных соединений, сопровождающихся их полной десорбцией с поверхности полистирола, требует наличия очень высоких концентраций этих специфических энзимов. Сравнительная схема способов определения IgG представлена на рисунке.

Было установлено, что применение полинуклеиновой матрицы может быть использовано для сорбции на них специфических иммуноглобулинов с последующим воздействием на них ферментов – протеаз. В данной работе в качестве модельного объекта использовался фермент – трипсин. Результаты расщепления трипсином IgG, сорбированного на полимерной нуклеиновой матрице, представлены в таблице.

Из данных таблицы следует, что молекулы иммуноглобулина эффективно связываются с нуклеиновой кислотой, о чем свидетельствует большая величина значения оптической плотности в контроле без добавления фермента.

При добавлении фермента происходит расщепление сорбированного иммуноглобулина, как показано на рисунке (*в*). Fc-фрагмент отщепляется и впоследствии удаляется из лунки, поэтому не участвует во взаимодействии с конъюгатом, который добавляют на следующем этапе. Таким образом, чем выше протеиназная активность, тем большее количество молекул иммуноглобулина подвергается расщеплению, и, следовательно, тем меньше величина оптической плотности после добавления конъюгата и хромогенного субстрата. Экспериментальные данные свидетельствуют, что данный метод позволяет выявить ферментативную активность трипсина в нанограммовых количествах. При этом полимерная матрица остается целой в силу того, что в реакционной среде отсутствуют ферменты, которые специфически ее расщепляют.

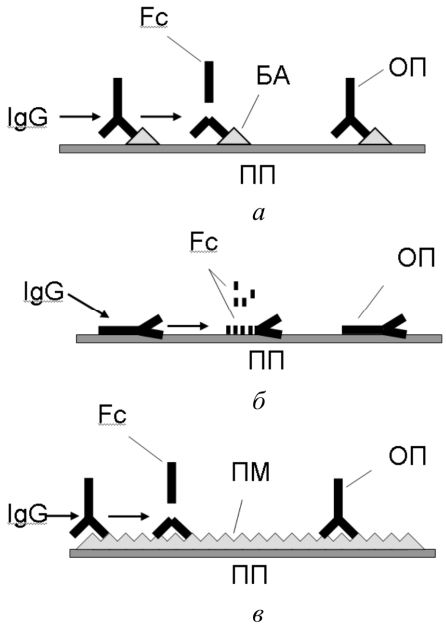


Рис. Сравнительная схема способов определения IgG-протеиназной активности: *а* – по способу, описанному в работе [2]; *б* – по способу, описанному в работе [5]; *в* – по способу, описанному в работе [3]; IgG – молекула иммуноглобулина, которую расщепляет протеиназа; Fc – отщепленные или расщепленные Fc-фрагменты иммуноглобулина; ПП – полистироловая подложка; БА – белковый антиген; ПМ – полимерная матрица; ОП – регистрация нерасщепленных молекул иммуноглобулина по оптической плотности

Зависимости оптической плотности (ОП) от концентрации трипсина

Трипсин, нг/мл	ОП, 492 нм
976	0,082
488	0,199
244	0,319
122	0,425
61	0,555
30	0,783
15	0,900
7	1,050
3	1,125
0	1,515

В случае присутствия в реакционной среде ферментов, которые могут воздействовать на полимерную матрицу (например, нуклеаз, содержащихся в культуральной жидкости), следует учесть, что их активность не приведет к десорбции полимера с полистироловой поверхности. Если по поводу наличия протеиназной активности используется ферментный препарат, содержащий и высокоактивные

нуклазы, то в качестве полимерной матрицы можно выбрать другие полимеры, например, хитин. Хитиновые полимерные матрицы ранее нами были использованы для сорбции и детектирования хитинспецифических пероксидаз [1, 3]. В качестве полимерных матриц может быть использовано и производное хитина – хитозан, который интенсивно используется в биотехнологии в последние два десятилетия [4, 6].

Таким образом, проведенные исследования позволили создать простой способ определения IgG-протеиназной активности методом иммуноферментного анализа, характеризующегося хорошей воспроизводимостью результатов, высокой чувствительностью, отсутствием необходимости использовать белковые антигены, малым расходом субстрата, удобством за счет проведения реакции непосредственно в лунках микропланшета, осуществления реакции и детекции результатов реакции в одной и той же лунке.

Список литературы

1. Высокочувствительный способ определения иммуноглобулин-протеиназной активности с использованием полимерных матриц / С.Н. Куликов, Д.А. Долбин, Ю.А. Тюрин [и др.]. – Патент РФ № 2519071; заявление 17.04.2013; опубликовано 10.06.2014. Бюл. № 16. – 8 с.

2. Клинико-диагностическое значение оценки активности IgG-протеаз у детей с дисбактериозом кишечника / О.Д. Зинкевич, В.М. Бондаренко, Ю.А. Тюрин, Н.А. Сафина, В.А. Анохин // Журнал микробиологии, эпидемиологии, иммунобиологии. – 2004. – № 3. – С. 73–77.

3. Куликов С.Н., Хайруллин Р.М., Хайруллин Р.З. Полимерные хитиновые матрицы как лиганды для пероксидаз // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – № 7. – С. 161–163.

4. Роль структуры в биологической активности хитозана / С.Н. Куликов, Ю.А. Тюрин, Д.А. Долбин, Р.З. Хайруллин // Вестник Казанского технологического университета. – 2007. – № 6. – С. 10–14.

5. Способ определения IgG-протеиназной активности / С.Н. Куликов, Ю.А. Тюрин, Р.С. Фассахов [и др.]. – Патент РФ № 2373538; заявление 28.03.2018; опубликовано 20.11.2009. Бюл. № 32. – 5.

6. Хитозан / под ред. К.Г. Скрябина, С.Н. Михайлова, В.П. Варламова. – М.: Центр «Биоинженерия» РАН, 2013. – 593 с.

7. Aubaid A.H., Muhsin T.M. Partial purification and kinetic studies of exocellular proteinase from Trichophyton mentagrophytes var. Erinacei // Mycoses. – 1998. – Vol. 41, № 3–4. – P. 163–168.

8. Brinkworth R.I., Brindley P.J., Harrop S.A. Structural analysis of the catalytic site of AcCP-1, a cysteine proteinase secreted by the hookworm Ancylostoma caninum // Biochim. Biophys. Acta. – 1996. – Vol. 1298, № 1. – P. 4–8.

Взаимодействие механизмов иммунной регуляции в условиях влияния химических и эндокринных факторов с применением математического моделирования

Ю.А. Челакова, И.Н. Аликина, В.М. Чигвинцев, О.В. Долгих

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

Проведен эксперимент по идентификации параметров взаимодействия элементов иммунной системы при негативном влиянии химических агентов, в результате которого была описана математическая модель взаимодействия механизмов регуляции иммунной системы, характеризующей самокоррекцию митогенопосредованных (воздействие экзо- и эндогенных медиаторов) функциональных отклонений *in vitro* по критерию цитокинстимуляции. В ходе проведения эксперимента было показано достоверное повышение продукции IL-8, IL-10 и снижение содержания IL-17 с учетом сочетанного индуцированного воздействия *in vitro* IL-1, кортизола и оксида алюминия. С помощью математического моделирования определен нелинейный характер выявленных закономерностей влияния физиологических и химических факторов на медиаторы воспаления, которыми являются продукты активированных Т-лимфоцитов.

Ключевые слова: иммунная система, эндокринная система, цитокины, математическое моделирование.

Алюминий и его соединения являются частыми загрязнителями среды обитания. Алюминий вызывает снижение иммунитета путем угнетения функции клеток и подавляет клеточный иммунитет [4]. Существуют экспериментальные доказательства влияния алюминия и его соединений на воспалительные процессы в головном мозге. Доказано его влияние на глиальные клетки с запуском продукции противовоспалительных цитокинов на процессы детоксикации и выброс нейромедиатров [1, 5]. Все это приводит к усилению иммунного ответа на экзогенные инфекционные агенты (прионы, вирусы и пр.), развитию ранних дегенеративных процессов, иммуноопосредованных расстройств. Длительное воздействие низких концентраций алюминия приводит к ускоренному старению мозга и дегенеративным нарушениям со стороны сердечно-сосудистой и нервной систем. Поэтому важным является оценка прямого цитотоксического действия алюминия с использованием современных технологий математического моделирования. Латентная токсичность соединений алюминия предусматривает особые подходы в изучении влияния этих солей на организм человека [2, 3].

Цель работы – оценка взаимодействия элементов нейроэндокринной и иммунной систем с учетом химических и эндокринных факторов с применением математического моделирования.

Материалы и методы. Эксперимент выполнялся на образцах периферической крови, полученных от 4 пациентов (всего 68 образцов). Использовалась суспензия иммунных клеток (Т-хелперы, В-клетки, NK-клетки, цитотоксические Т-лимфоциты), выделенных путем центрифугирования в градиенте плотности фиколл-верографина (ρ = 1,077 g/cm^3). В качестве действующих факторов рассматривалось влияние управляющих элементов, цитокинов (интерлейкин-1, интерлейкин-2), кортизола и экзогенных факторов, в роли которого выступали соединения алюминия (оксид алюминия) и модулятор вирусной нагрузки – универсальный митоген на основе липополисахаридов. Анализу подвергалось двухуровневое воздействие факторов, 1-й из которых – нижний уровень физиологической активности фактора, 2-й – верхний ее уровень. Анализировалось влияние двух уровней концентрации алюминия – 0,1 и 0,01 мг/л (ПДК в воде – 0,2 мг/л). Спустя 72 часа после воздействия различных комбинаций эндо- и экзогенных факторов на пробы производилось измерение концентрации цитокинов, характеризующих постиндукционную функциональность популяции клеток. Промежуток времени перед повторным замером показателей выбирался исходя из времени, необходимого для выработки клетками анализируемых цитокинов после воздействия факторов. Концентрацию цитокинов IL-8, IL-10, IL-17 определяли на анализаторе El$_x$808IU (BioTek, США) методом иммуноферментного анализа с использованием тест-системы ЗАО «Вектор-Бест» (Россия).

Для статистического анализа полученных результатов использовали пакет прикладных программ Statistica 6.0 (Statsoft, США), метод вариационной статистики с расчетом среднего арифметического (M) и стандартной ошибки среднего (m). Достоверность различий оценивали с помощью t-критерия Стьюдента. Параметры моделей зависимости идентифицировали с помощью метода наименьших квадратов, для проверки адекватности моделей экспериментальным данным использовали дисперсионный анализ с расчетом коэффициента детерминации (R^2). Различия между группами считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Экспериментально показано достоверное изменение концентраций интерлейкина-8, интерлейкина-10, интерлейкина-17 в группах, сформированных на основании уровней значений факторов, варьируемых в эксперименте.

В группах с различным уровнем экспериментального воздействия IL-1 по мере нарастания его тренда наблюдается достоверное изменение продукции IL-8, с повышением концентрации цитокина в среднем в 1,92 раза, продукции IL-10 в 1,66 раза, однако наблюдается снижение содержания IL-17 в 2 раза ($p < 0,05$) (табл. 1).

Таблица 1

Средние показатели продукции цитокинов при различных уровнях экспериментального воздействия интерлейкина-1

Цитокин	Группа 1 (1-й уровень фактора) ($M \pm m$)	Группа 2 (2-й уровень фактора) ($M \pm m$)	Достоверность различий групп (p)
IL-8, пг/мл	5,88 ± 3,51	11,28 ± 3,31	*0,023*
IL-10, пг/мл	6,6 ± 2,48	10,98 ± 2,01	*0,006*
IL-17, пг/мл	1,82 ± 0,6	0,92 ± 0,28	*0,007*

При воздействии высоких уровней кортизола и оксида алюминия в сочетании с IL-1 содержание IL-8 повышалось в 4,69 и 3,27 раза соответственно, содержание

IL-10 повышалось в 3,06 (нагрузка кортизолом) и 2,19 раза (нагрузка – оксид алюминия), также показано снижение содержания IL-17 в культурах с низкими уровнями кортизола и алюминия в 2,61 и 2,80 раза ($p < 0,05$) (табл. 2).

Таблица 2

Средние показатели продукции цитокинов при различных уровнях воздействия IL-1 с учетом модифицирующего воздействия кортизолом и алюминием ($M \pm m$)

Цитокин	Экспериментальное воздействие	Группа 1 (IL-1, 10 пг/мл)	Группа 2 (IL-1, 100 пг/мл)	p
IL-8, пг/мл	Кортизол, 600 нмоль/л	2,96 ± 1,13	13,87 ± 5,37	0,000
	Оксид алюминия (0,1 мг/л)	4,04 ± 1,15	13,21 ± 5,34	0,002
IL-10, пг/мл	Кортизол, 600 нмоль/л	4,15 ± 0,9	12,71 ± 2,6	0,000
	Оксид алюминия (0,1 мг/л)	5,51 ± 1,3	12,04 ± 3	0,000
IL-17, пг/мл	Кортизол, 600 нмоль/л	2,32 ± 1,18	0,89 ± 0,39	0,015
	Оксид алюминия (0,1 мг/л)	1,93 ± 1,11	0,69 ± 0,29	0,022

Примечание: p – достоверность межгрупповых различий.

Использование математического моделирования позволило установить параметры модели нелинейной зависимости концентрации IL-8 от условий экспериментального воздействия:

$$y = 6,1 + 0,0004x_1\left(x_2 + 47,863\right)\left(x_3 + 0,177\right),$$

где y – концентрация IL-8, пг/мл; x_1 – концентрация IL-1, пг/мл; x_2 – концентрация кортизола, нмоль/л; x_3 – концентрация оксида алюминия, мг/л.

Параметры модели и оценка адекватности экспериментальных данных (R^2 = 0,31 при p = 0,000) указывают на влияние IL-1, кортизола и алюминия на изменение уровня продукции IL-8 иммунокомпетентными клетками с нелинейной зависимостью между уровнем IL-8 и IL-1, которая усиливается при повышении концентрации кортизола и алюминия.

По результатам математического моделирования выявлена нелинейная зависимость концентрации IL-10 от воздействия IL-1 (R^2 = 0,236 при p = 0,000) с усилением связи при повышении концентрации кортизола и алюминия.

Модель зависимости продукции IL-10 в условиях эксперимента определяется уравнением:

$$y = 8,435\text{-}0,001x_1\left(x_2 - 139,9\right)\left(x_3 - 0,032\right),$$

где y – концентрация IL-10, пг/мл; x_1 – концентрация IL-1, пг/мл; x_2 – концентрация кортизола, нмоль/л; x_3 – концентрация оксида алюминия, мг/л.

При проверке соответствия модели экспериментальным данным показана обратная нелинейная зависимость концентрации IL-17 от уровня IL-1, которая наиболее выражена при низком уровне воздействия кортизола и алюминия (R^2 = 0,417 при p = 0,000).

Зависимость продукции IL-17 от IL-1, кортизола и экспериментального воздействия оксида алюминия можно представить в следующем виде:

$$y = 1{,}668\text{-}46{,}895x_1\left(\frac{1}{9{,}999 + 4{,}196 \cdot x_2}\right)\left(\frac{1}{4{,}215 + 0{,}726 \cdot x_3}\right),$$

где y – концентрация IL-17, пг/мл; x_1 – концентрация IL-1, пг/мл; x_2 – концентрация кортизола, нмоль/л; x_3 – концентрация оксида алюминия, мг/л.

Таким образом, на изменение концентрации цитокинов влияет интерлейкин-1 и связанные с ним повышенные концентрации кортизола и оксида алюминия. Причем эта связь имеет нелинейный характер. Данные цитокины характеризуют функциональную активность Т-хелперов и цитотоксических Т-лимфоцитов.

Выводы. По результатам эксперимента было показано достоверное изменение концентрации цитокинов (IL-8, IL-10, IL-17) в группах, сформированных на основании уровней значений факторов. С помощью математического моделирования определен нелинейный характер выявленных закономерностей влияния физиологических и химических факторов на медиаторы воспаления, которые являются продуктами активированных Т-лимфоцитов. Наблюдаемые по результатам эксперимента эффекты характеризуют процессы активации иммунной системы эндо- и экзогенными факторами с развитием в последующем феномена истощения ее функциональной активности, которая соразмерна величине фактора.

Список литературы

1. Зайцева Н.В., Ланин Д.В., Черешнев В.А. Иммунная и нейроэндокринная регуляция в условиях воздействия химических факторов различного генеза. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2016. – 236 с.

2. Ланин Д.В., Чигвинцев В.М. Подходы к математическому моделированию механизмов взаимосвязи иммунной и нейроэндокринной систем // Российский иммунологический журнал. – 2015. – Т. 9 (18), № 2 (1). – С. 76–80.

3. 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 [и др]. // Математическая биология и биоинформатика. – 2012. – Т. 7, № 2. – С. 589–610.

4. Особенности иммунорегуляторных показателей у детей, проживающих в условиях аэрогенной экспозиции алюминием / О.В. Долгих, Е.А. Отавина, И.Н. Аликина, О.А. Казакова, И.Г. Жданова-Заплесвичко, М.А. Гусельников // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 1. – С. 81–84.

5. Cytokine kinetics and other host factors in response to pneumococcal pulmonary infection in mice / Y. Bergeron, N. Ouellet, A. Deslauriers, M. Simard, M. Olivier, M. Bergeron // Infect. Immun. – 1998. – № 3 (66). – P. 912–922.

Раздел VI

Правовая, методическая и информационно-аналитическая поддержка научных исследований в области гигиены и оценки рисков здоровью

К проблеме пересмотра санитарных правил проектирования и содержания полигонов ТКО

А.М. Андришунас, Е.В. Максимова, И.В. Май

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

Рассмотрена общая проблема состояния мест складирования твердых бытовых отходов (ТКО) в Российской Федерации. Основным документом, регламентирующим требования проектирования и содержания полигонов, является СП 2.1.7.1038-01 «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых коммунальных отходов». Ряд нормативных требований, представленных в документе, на практике систематически и повсеместно не реализуются. Международный опыт изучения негативного влияния полигонов на здоровье населения, проживающего поблизости, указывает на необходимость внесения изменений в действующее законодательство. Предложены основные принципы по устройству, эксплуатации, контролю за соблюдением санитарных правил и постэксплуатационному периоду полигона. Действующие санитарные правила приведены в соответствие действующему законодательству.

Ключевые слова: полигон ТКО, риск для здоровья населения, пересмотр санитарных правил.

Ежегодно в Российской Федерации образуется около 7 млрд тонн промышленных и бытовых отходов, из которых используется только около 2 млрд тонн [4].

Практически весь объем отходов, не вовлекаемых в повторное производство, размещается на полигонах твердых коммунальных отходов (ТКО), санкционированных и несанкционированных свалках. По доле отходов, которые размещаются на полигонах ТКО, Россия находится на первом месте среди всех развитых стран. Площадь, занятая полигонами в России, составляет 40 тыс. га и ежегодно увеличивается на 2,5–4,0 %. Территория заполненных и в настоящий момент нефункционирующих свалок составляет около 50 тыс. га. В совокупности объекты размещения отходов (полигоны, санкционированные и несанкционированные свалки) занимают более 150 тыс. га [6].

Полигоны ТКО являются специальными природно-техногенными сооружениями, предназначенными для изоляции и обезвреживания ТКО и гарантирующими санитарно-эпидемиологическую безопасность населению. Для того чтобы места захоронений ТКО соответствовали своему предназначению, требуется исполнение гигиенических требований к их устройству и содержанию, вложение финансовых средств и контроль. В соответствии с санитарными правилами на территории складирования ТКО должны быть приняты необходимые меры по недопустимости самовозгорания [2], а также проникновение фильтрата в поверхностные и подземные источники питьевого водоснабжения [4].

В случае возгорания отходов на полигоне воздействие на организм человека может происходить мгновенно, поскольку даже разовый выброс загрязняющих веществ многократно превышает санитарно-гигиенические нормативы [3]. Изменение в здоровье людей может выражаться в полной или частичной потере жизнеобеспе-

чивающих функций организма. Еще одним фактором, определяющим негативное воздействие полигонов захоронения ТКО, является образование фильтрата. Несмотря на соблюдение всех регламентируемых мероприятий при проектировании, строительстве и эксплуатации полигонов захоронения ТКО, направленных на предотвращение загрязнения подземных вод, происходит просачивание фильтрата через основание полигона, так как глинистые экраны не дают полную защиту подземных вод от эмиссии растворенных веществ в составе фильтрата. На протяжении жизненного цикла полигона ТКО фильтрат является постоянным источником загрязнения подземных вод [5].

Исследования того, как влияют полигоны на здоровье проживающих поблизости людей, ведутся на протяжении 40 лет [9]. Осенью 2015 г. в Бонне (Германия) состоялась конференция 24 экспертов Всемирной организации здравоохранения из 11 стран, которые по завершении ее опубликовали доклад «Отбросы и здоровье людей: свидетельства и потребности» (Waste and human health: Evidence and needs). Авторы доклада цитируют данные, полученные исследователями разных стран. Речь идет в основном о долгосрочном эффекте воздействия сероводорода (H_2S) и других вредных веществ, выбрасываемых полигонами, на здоровье взрослых жителей близлежащих районов и их потомства [15].

П. Эллиот и др. [10] указывают на повышенный риск рождения младенцев с органическими дефектами у женщин, живущих в радиусе 2 км от свалок с опасными отходами. Это дефекты строения нервной трубки и абдоминальной стенки, эмбриональная грыжа, низкий и очень низкий вес при рождении [10].

В работе А. Матиелло и др. [14] описывается вероятность рисков врожденных аномалий и госпитализации из-за респираторных заболеваний вблизи свалок отходов. Правильное управление полигоном не увеличивает риск воздействия на здоровье [14].

Кроме того, Международным агентством исследований рака (International Agency for Researchon Cancer, IARC) были зафиксированы на полигонах испарения металлов и других веществ, являющихся канцерогенными. Это кадмий, свинец, формальдегид, стирол [11].

М. Мартуззи и др. [12] обнаружили статистически значимое повышение уровня смертности по сравнению с населением территорий, удаленных от полигонов, а также более высокие риски рака печени (у обоих полов), желудка и легких (у мужчин).

Ф. Маталони и др. [13] включили в исследование 242 409 человек, проживающих в радиусе 5 км от девяти различных полигонов. Если среднегодовой уровень сероводорода в воздухе в области Лацио составлял 6,3 нг/м^3, то в районе полигона он был равен 32,7–45,8 нг/м^3. Ученые фиксировали связь между повышением уровня сероводорода в воздухе и уровнем смертности от рака легких и от респираторных заболеваний, а также с частотой госпитализаций в результате респираторных заболеваний, особенно при острых респираторных инфекциях у детей до 14 лет. Авторы работы считают связь между проживанием вблизи свалки и респираторными болезнями доказанной, а наличие причинно-следственной связи между воздействием токсичных выбросов и раком легких, по их мнению, нуждается в дальнейшем подтверждении.

По данным ООН от 25 до 33 % регистрируемых заболеваний напрямую связаны с низким качеством среды обитания человека. В 18 % случаев причиной прежде-

временной смерти являются неблагоприятные условия окружающей среды, из них 1 % приходится на негативное воздействие промышленных и бытовых отходов [7].

В исследованиях Г.И. Румянцева [8] установлено, что полигон ТКО формирует многосредовое и комплексное загрязнение окружающей природной среды и оказывает влияние на здоровье населения. Анализ заболеваемости сельского населения показывает, что закономерности динамики общей и групповой заболеваемости населения отмечены со стороны органов дыхания, сердечно-сосудистой системы, нервной и мочеполовой систем, а также новообразований. Установлена математико-статистическая зависимость между количественным и качественным загрязнением окружающей среды от полигона и заболеваемостью населения по таким нозологическим формам, как новообразования, болезни органов дыхания, сердечно-сосудистая, костно-мышечная, мочеполовая, нервная системы.

Места складирования ТКО продолжают оставаться факторами риска для здоровья населения и вызывают многочисленные жалобы населения. Нередко полигоны располагаются без учета естественных условий местности, на непригодных для этого территориях [1]. Регулирование воздействия неблагоприятных факторов на окружающую среду в зонах влияния ТКО сохраняет актуальность особенно вблизи крупных и средних поселений [3].

Документом, регламентирующим требования к устройству и содержанию полигонов для твердых коммунальных отходов, является СП 2.1.7.1038-01 «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых коммунальных отходов»[1].

Проблемой является неполное соответствие действующих санитарных правил и требований к ТКО актуальной законодательной и нормативно-методической базе Российской Федерации. Ряд нормативных положений на практике систематически и повсеместно не реализуются, что снижает доверие к существующей нормативной базе. Снятие избыточных административных барьеров для хозяйствующих субъектов является актуальным в части требований, не имеющих прямого отношения к безопасности населения или работников.

С целью снятия избыточных административных требований в документе выявлено:

– что на сегодняшнее время участок, выбранный для устройства полигона, не требует санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии его санитарным правилам. Данное заключение выдается на здания, строения, сооружения, помещения, оборудование и иное имущество, используемое для осуществления деятельности по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов 1–4-го классов опасности;

– на практике ограничения по недопущению к размещению на объектах ТКО пищевых коммунальных отходов не выполняются, так как отсутствует организация раздельного сбора коммунальных отходов;

– складирование грунта из котлована полигона на отвалы по его периметру не является целесообразным, так как за период эксплуатации полигона (5 лет) существует вероятность его размыва по всему участку;

[1] СП 2.1.7.1038-01. Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых коммунальных отходов / утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ № 16 от 30 мая 2001 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/901789953 (дата обращения: 28.08.2018).

– возможность траншейного захоронения отходов исключена, поскольку данный вариант размещения отходов не обеспечивает безопасное захоронение отходов;

– раздел по рекультивации карьеров отходами ТКО является нецелесообразным, так как существует высокая вероятность проникновения фильтрата в почву и в подземные воды;

– раздел «Гигиенические требования к условиям приема промышленных отходов на полигоны твердых бытовых отходов» актуализирован в соответствии с действующей пратикой в области обращения с отходами.

Пересмотр санитарных правил СП 2.1.7.1038-01 «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых коммунальных отходов» связан с необходимостью приведения действующего документа в полное соответствие с актуальной законодательной и нормативно-правовой базой Российской Федерации, повышения безопасности мест складирования коммунальных отходов при снятии избыточных административных барьеров для бизнеса.

С целью снижения негативного воздействия полигона ТКО, в документ включены следующие требования:

– полигоны ТКО должны быть внесены в государственный реестр объектов размещения отходов с целью учета объекта надзора и исключения возможности использования этих земель под капитальное строительство;

– на полигоне должны предусматриваться специальные устройства и сооружения, обеспечивающие проведение мониторинга за состоянием и загрязнением окружающей среды на территориях объектов размещения отходов (наблюдательные скважины для контроля загрязнения подземных вод, газовыпуски и колодцы для контроля выделения биогаза);

– для сбора фильтрата с полигона ТКО необходимо предусмотреть накопительные пруды с целью исключения попадания сточных вод в объекты среды обитания;

– с целью исключения размещения опасных химических, радиоактивных, биологических веществ на полигоне ТКО уточнены условия по входному контролю отходов;

– участок захоронения отходов должен иметь в основании противофильтрационный экран с целью защиты почв, подземных и поверхностных вод за счет совместного обустройства геологического барьера и искусственного основания полигона (концепция многобарьерной защиты);

– для безопасного использования территории добавлен новый раздел «Вывод из эксплуатации и постэксплуатационное обслуживание рекультивационных участков полигонов ТКО», который устанавливает гигиенические требования к предотвращению попадания загрязняющих веществ в подстилающие грунты и подземные водные горизонты после закрытия полигона.

С целью гармонизации требований санитарных правил вся терминология приведена в соответствие и не противоречит действующему законодательству (СП 320.1325800.2017. «Свод правил. Полигоны для твердых коммунальных отходов. Проектирование, эксплуатация и рекультивация»[1]; Федеральный закон № 89-ФЗ

[1] СП 320.1325800.2017. Свод правил. Полигоны для твердых коммунальных отходов. Проектирование, эксплуатация и рекультивация / утв. Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации № 1555 от 17 ноября 2017 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/556610331 (дата обращения: 24.08.2018).

от 24.06.1998 г. «Об отходах производства и потребления»[1]; ГОСТ 30772-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения»[2]).

Приняты во внимание положения Директивы № 1999/31/ЕС Совета Европейского союза по полигонам захоронения отходов.

Санитарные правила приведены в соответствие с действующими нормативно-правовыми документами в области обращения с отходами.

Документ интегрирует и детализирует гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых коммунальных отходов, изложенные в нормативных и методических актах разного уровня и ведомственной принадлежности, что облегчает контроль соблюдения этих требований как со стороны самого хозяйствующего субъекта, так и со стороны Федеральных службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Список литературы

1. Актуальные проблемы полигонов по уничтожению ТБО [Электронный ресурс] // Инкомтранс. – URL: http://www.inkomtrans.ru/vivoz-tverdich-bitovich-otchodov/aktualnie-problemi-poligonov-po-unichtozheniiu-tbo.html (дата обращения: 28.08.2018).

2. Алешина Т.А. Причины возгораний на свалках ТБО // Вестник МГСУ. – 2014. – № 1. – С. 119–124.

3. Анопченко Т.Ю. Подходы к оценке эколого-экономического риска // Экономический вестник Южного Федерального округа. – 2006. – № 4. – С. 121–126.

4. Иванцова Е.А. Проблемы и перспективы управления твердыми бытовыми отходами // Вестник Волгоградского государственного университета. – 2016. – № 2 (35). – С. 148–159.

5. Как полигоны ТБО влияют на подземные воды [Электронный ресурс] // Аналитический портал химической промышленности. – URL: http://newchemistry.ru/letter.php?n_id = 3993 (дата обращения 27.08.2018).

6. Кирсанов С.А., Мустафин Г.В. Мировой и российский опыт утилизации твердых бытовых отходов // Вестник Омского университета. – 2014. – № 2. – С. 114–120.

7. Марченко А.Н. Гигиенические аспекты обращения с отходами производства и потребления и сохранение здоровья населения региона // Медицина труда и экология человека. – 2015. – № 3. – С. 141–146.

8. Румянцев Г.И., Прохоров Н.И., Дроздова Т.В. Оценка направленности причинно-следственных связей между факторами среды обитания и заболеваемостью населения на территории размещения крупного полигона по захоронению твердых бытовых отходов // Здоровье населения промышленных центров. – 2005. – № 2. – С. 143–147.

9. Свалочные полигоны влияют на здоровье живущих рядом людей [Электронный ресурс] // Милосердие.ru. – URL: https://www.miloserdie.ru/article/svalochnye-poligony-vliyayut-na-zdorove-zhivushhih-ryadom-lyudej/ (дата обращения 28.08.2018).

[1] Об отходах производства и потребления: Федеральный закон № 89-ФЗ от 24 июня 1998 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/901711591 (дата обращения: 24.08.2018).

[2] ГОСТ 30772-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения / утв. Постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии № 607-ст от 28 декабря 2001 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200028831 (дата обращения: 24.08.2018).

10. Geographic density of landfill sities and risk of congenital anomalies in England / ed. by P. Elliott // Occup. Environ. Med. – 2009. – Vol. 11, № 66. – P. 81–89. DOI: 10.1136/pem2007.038497

11. International Agency for Research on Cancer [Электронный ресурс]. – URL: http://www.iarc.fr/ (дата обращения: 28.08.2018).

12. Martuzzietcedc M. Cancer mortality and congenital anomalies in a region of Italy with intense environmental pressure due to waste // Occup. Environ. Med. – 2009. – Vol. 11, № 66. – P. 725–732. DOI: 10.1136/pem2008.044115

13. Mataloniedc F. Morbidity and mortality of people who live close to municipal waste landfills: a multisite cohort study // International Journal of Epidemiology. – 2016. – Vol. 45, № 3. – P. 806–815. DOI: 10.1093/ije/dyw052

14. Mattielloetc A. Health effects associated with the disposal of solid waste in landfills and incinerators in populations living in surrounding areas: a systematic review // Int. J. Public Health. – 2013. – Vol. 5, № 58. – P. 725–735.

15. Waste and human health: Evidence and needs // WHO Meeting Report: Bonn, 5–6 November 2015. – Germany, 2015. – 35 p.

Сравнение методических подходов к оценке риска смертности населения от загрязнения воздуха на примере Кировградского городского округа

М.С. Благодарева[1,2], А.С. Корнилков[3]

[1]ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
[2]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Свердловской области»,
[3]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Свердловской области,
г. Екатеринбург, Россия

В ходе работы было проведено сравнение двух подходов к оценке риска дополнительной смертности населения в связи с загрязнением атмосферного воздуха взвешенными частицами PM_{10} на примере Кировградского городского округа.

Ключевые слова: риск ежегодной смертности, PM_{10}, отсроченные острые эффекты.

Результаты многочисленных эколого-эпидемиологических исследований (построенных на анализе временных рядов) указывают связь между загрязнением окружающей среды и ростом смертности населения [1–12]. Они повлияли на внедрение контроля качества атмосферы для защиты общественного здоровья. Было показано, что изменения концентрации загрязнителей в воздухе имеют отношение к вариациям в показателях смертности. На сегодняшний день имеется ряд моделей, с помощью

которых можно рассчитать, какой вклад вносит тот или иной загрязнитель в смертность населения.

На примере Кировградского городского округа была проведена сравнительная оценка двух подходов характеристики риска дополнительной смертности населения в связи с острыми эффектами от воздействия мелкодисперсных пылевых частиц с аэродинамическим диаметром до 10 мкм (взвешенные частицы PM_{10}).

Первый подход характеристики риска дополнительной смертности – общепринятый, на основе данных оценки зависимости «экспозиция – ответ», полученных в многочисленных эпидемиологических исследованиях в Америке, Европе, Российской Федерации, включая Урал [1].

Второй подход так же базируется на результатах эпидемиологических исследований, проведенных в пяти странах Азии, в ходе проекта Public health and Air Pollution in Asia (PAPA) [8], где и получил основное распространение.

Особенность воздействия взвешенных частиц PM_{10} характеризуется тем, что после подъема их концентрации на определенный градиент наблюдается ответ со стороны подверженного населения в виде увеличения смертности в связи с различными острыми эффектами. Как показывают результаты эпидемиологических исследований, повышение концентрации PM_{10} приводит к возрастанию общей смертности в ближайшие 1–2 дня на 0,5 % [3, 5]. Но дальнейшие исследования показали, что смертность населения, связанная с концентрациями PM_{10}, продолжает регистрироваться и далее (на протяжении 40 дней после роста загрязнения) и оценивается в 2–3 раза выше, чем за первые 1–2 дня [2, 6, 11, 12].

Особенности расчета преждевременной смертности населения с использованием **первого подхода** оценки риска.

Поскольку экспозиция имеет место ежедневно в течение длительного периода времени, то обычно принимается, что ее острые эффекты также можно суммировать. Другими словами, допускается, что увеличение средней за год концентрации PM_{10} на определенный градиент соответствует росту годового уровня смертности на соответствующий процент, полученный в результате эпидемиологических исследований (1):

$$\text{Прогнозное кол-во смертей} = [(C, \text{мкг/м}^3, \cdot I, \% \,/\, G, \text{мкг/м}^3)\, ND] \,/\, 100\ \%, \qquad (1)$$

где C, мкг/м^3 – среднегодовая концентрация PM_{10};

I, % – средний прирост смертности населения на градиент концентрации;

G, мкг/м^3 – градиент концентрации;

ND – количество смертей в изучаемой популяции за рассматриваемый период.

Оценка загрязнения атмосферного воздуха в Кировграде проведена по данным Министерства экологии природных ресурсов Свердловской области (результаты исследований автоматизированных круглосуточных постов наблюдения «СКАТ»).

Проанализированы концентрации (C) взвешенных частиц PM_{10} (мкг/м³) за период с 2012 по 2016 г. (табл. 1). Величины среднегодовых концентраций не превышали гигиенические нормативы (ГН 2.1.6.3492-17). Наибольшие максимальные разовые концентрации PM_{10} превысили ПДК в 2015 г. в 1,25 раза, а в 2016 г. – в 1,67 раза.

Величина прироста (I) смертности населения, полученная разными авторами, различна, но варьируется в достаточно узких пределах, а судя по метаанализу результатов ряда исследований, проведенных в наиболее крупных городах США [3, 5], на каждые 10 мкг/м^3 PM_{10} (G) оказалась равной приблизительно 0,5 %. Близкие величины данного прироста смертности были получены в промышленно развитых городах Свердловской области [1].

Таблица 1

Максимальные и среднегодовые концентрации (мкг/м^3) взвешенных частиц PM_{10} в атмосфере Кировградского городского округа по данным поста «СКАТ» за 2012–016 гг.

Концентрация (С)	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Среднегодовая	11	15	12	8	10
Максимальная	290	216	289	374	500

Однако во всех эпидемиологических исследованиях, на результатах которых основывается эта оценка, учитывалась только смертность, возросшая после подъема концентрации PM_{10} в тот же день или с лагом 1–2 дня. Между тем A. Zanobetti et al. [11, 12] показали, что использование математической модели с неограниченным лагом выявляет влияние указанного подъема на протяжении до 40 дней. При этом в расчете на 10 мкг/м^3 прирост смертности от сердечно-сосудистых причин (1,97 %) и от респираторных причин (4,2 %) оказался в 2 и в 5 раз соответственно выше, чем в модели, учитывающей концентрацию частиц только в день и накануне смерти (то есть с лагами 0 и 1). Удвоенной оказалась также оценка прироста общей смертности. Авторы подчеркивают, что именно такие повышенные ответы важны для оценки риска.

Эти, а также другие зависимости «экспозиция – ответ» [2, 6], уже теперь позволяют давать оценку риска смертности в связи отсроченными острыми эффектами с учетом новых литературных данных, которая может быть примерно в 2,5 раза более высокой (I = 1,25 %).

По данным государственной статистики количество случаев смерти (*ND*) в Кировградском городском округе от всех причин за вычетом травм, отравлений, несчастных случаев и т.п. (так называемая ненасильственная смертность) составляет от 456 до 493 случаев в год (табл. 2).

Таблица 2

Количество ненасильственных случаев смерти в Кировградском городском округе

Показатель	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Количество смертей	467	493	456	474	458

На основе общепринятого подхода оценки риска в соответствии с формулой (1) рассчитано прогнозируемое количество случаев смерти за период 2012–2016 гг., а также соответствующие интенсивные показатели. Результаты приведены в табл. 3 и на рис. 1. Всего за оцененный пятилетний период популяционный риск составил 33 случая смерти, или 0,24 на 1000 населения.

Таблица 3

Прогнозируемое количество смертей в результате воздействия PM_{10} в Кировградском городском округе

Показатель	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Популяционный риск смерти (случаев)	6,4	9,2	6,8	4,7	5,7
На 1000 населения	0,23	0,34	0,25	0,18	0,22

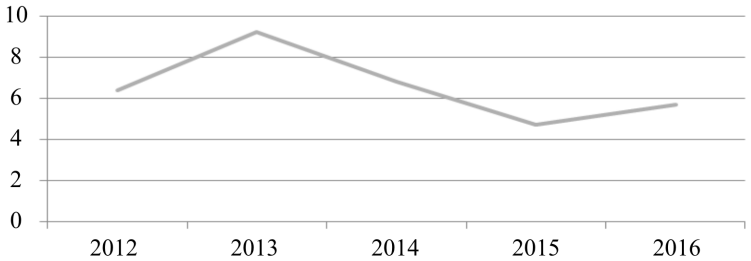


Рис. 1. Прогнозируемое количество смертей в результате воздействия PM_{10} в Кировградском городском округе

Особенности оценки риска преждевременной смертности с использованием **второго подхода**.

Второй подход также базируется на результатах эпидемиологических исследований, проведенных в Азии, в том числе на примере Малайзии. С гигиенической точки зрения для данного промышленно и транспортно развитого региона характерны плохие условия рассеивания химических соединений, поступающих в атмосферу от основных источников (автотранспорта [9]). В связи с этим полученная средняя концентрация PM_{10} составила 58,62 ± 23,47 мкг/м^3, что в 5,2 раза выше аналогичной средней величины в Кировграде. Эпидемиологические исследования в данной местности проводились на основе протокола PAPA [8], результаты исследований в соответствии с которым также свидетельствуют о более высоких концентрациях PM_{10} (от 52 до 142 мкг/м^3) в сравнении с американскими и европейскими данными.

Основной их особенностью является оценка межквартильных размахов (*IQR*) вариационного ряда, образованного средними за год концентрациями PM_{10} в атмосферном воздухе за изучаемый период.

IQR представляет собой центральную часть распределения и рассчитывается как разность между третьим и первым его квартилями (*Q*). Подобно нахождению медианы, вначале нужно упорядочить наблюдения, затем найти позицию квартиля. Значением квартиля является результат наблюдения на этой позиции, а в случае, когда квартиль попадает между двумя наблюдениями, его значение находится между результатами этих наблюдений с одной из двух сторон от этой точки.

Результаты эпидемиологических исследований связывают прирост общей ненасильственной смертности населения с изменениями концентраций загрязнителей атмосферы в привязке к *IQR* [9]. Каждое превышение градиента концентрации PM_{10} (по сравнению с предыдущим периодом) на величину *IQR* связано с выявленным максимальным приростом смертности населения на 0,99 %.

При анализе вариационного ряда среднегодовых концентраций PM_{10} найдено превышение *IQR* в 1,01 раза только в 2013 г. Имея данные о количестве случаев смерти (*ND*) среди населения Кировграда за этот год, в котором уровень загрязнения обусловил превышение *IQR*, можем оценить популяционный риск смертности в связи с воздействием взвешенных частиц PM_{10} по следующему уравнению (2):

$$\text{Прогнозное кол-во смертей} = [(0{,}99\ \%\ IQR)\ ND] / 100\ \%, \qquad (2)$$

Результаты расчета показаны в табл. 4 и на рис. 2. В 2012, 2014–2016 гг. риск преждевременной смертности населения не оценен потому, что соответствующие среднегодовые концентрации взвешенных частиц PM_{10} не превышали межквартильный размах (*IQR*).

Таблица 4

Прогнозируемое количество смертей в результате воздействия PM_{10} в Кировградском городском округе

Показатель	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Популяционный риск смерти (случаев)	–	5,8	–	–	–
На 1000 населения	–	0,21	–	–	–

Реализуя второй подход оценки риска преждевременной смертности от воздействия взвешенных частиц PM_{10} на основе зависимостей «доза – ответ», полученных в эпидемиологических исследованиях [9], выявлено, что всего за оцененный пятилетний период популяционный риск составил 5,8 случая, или 0,21 на 1000 населения.

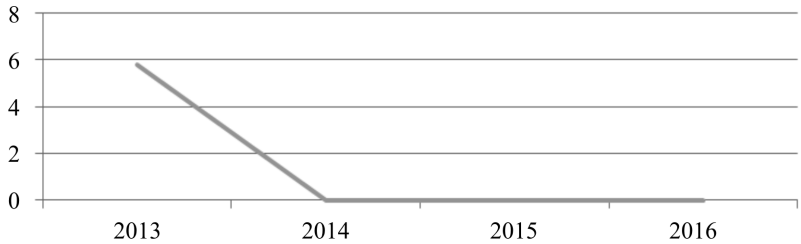


Рис. 2. Прогнозируемое количество смертей в результате воздействия PM_{10} в Кировградском городском округе

Выводы:

1. Количество прогнозируемых случаев дополнительной смерти населения в связи с воздействием взвешенных частиц PM_{10}, оцененное с использованием протокола, принятого на территории стран Азии, в 5,5 раза меньше аналогичных результатов оценки на основе общепринятого подхода, а интенсивный показатель на 1000 населения, соответственно, меньше в 1,14 раза.

2. В первую очередь это можно объяснить сильно различающимися диапазонами концентраций PM_{10} в странах Азии (где была установлена используемая зависимость «экспозиция – ответ») и в Кировграде, в условиях среды обитания которого, характеризующейся, в том числе, гораздо более низкими концентрациями PM_{10}, данная зависимость может не работать.

3. Расхождение в результатах также может быть связано с общими неопределенностями используемых эпидемиологических данных, связанными с национальными, социальными и иными различиями между оцениваемым населением и популяцией, на которой зависимость «экспозиция – ответ» была установлена, а также с вносящим помеху наличием сопутствующих факторов риска, которые могут не совпадать для этих популяций.

4. В связи с вышеизложенным, по нашему мнению, приоритет следует отдавать общепринятому подходу к оценке риска преждевременной смертности населения в связи с воздействием взвешенных частиц PM_{10}.

Список литературы

1. Экологическая эпидемиология: принципы, методы, применение / Л.И. Привалова, Б.А. Кацнельсон, С.В. Кузьмин, Б.И. Никонов, В.Б. Гурвич, А.А. Кошелева, О.Л. Малых, С.А. Воронин. – Екатеринбург, 2003. – 276 с.

2. Air Pollution and Deaths among Elderly Residents of Sao Paulo, Brazil: An Analysis of Mortality Displacement / A.F. Costa, G. Hoek, B. Brunekreef, A.C.M. Ponce de Leon [Электронный ресурс] // Environmental Health Perspectives. – 2016. – URL: https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/ehp98 (дата обращения: 30.08.2018).

3. An Association between Air Pollution and Mortality in Six U.S. Cities / D.W. Dockery, C.A. Pope, X. Xu, J.D. James, H. Ware, M.E. Fay // The New England Journal of Medicine. – 1993. – Vol. 329. – P. 1753–1759. DOI: 10.1056/NEJM199312093292401

4. Brunekreef B., Holgate S.T. Air pollution and health // US National Library of Medicin National Institutes of Health // Lancet. – 2002. – Vol. 360, № 934. – P. 323–342.

5. Fine particulate air pollution and mortality in 20 U.S. cities, 1987–1994 / J.M. Samet, F. Dominici, F.C. Curriero, I. Coursac, S.L. Zeger // The New England Jornal of Medicine. – 2000. – Vol. 14, № 343. – P. 1742–1749. DOI: 10.1056/NEJM200012143432401

6. Goodman G., Dockery D.W., Clancy L. Cause-specific mortality and extended effects of particulate pollution and temperature exposure // Environm. Health Persp. – 2004. – Vol. 112, № 2. – P. 179–185.

7. Holland M., Pye S. An update on cost-benefit analysis of the CAFE programme for Service Contract for carrying out cost-benefit anal ysis of air quality related issues, in particular in the clean air for Europe (CAFÉ) programme [Электронный ресурс] // AEAT. – 2006. – URL: http: //ec.europa.eu/environment/archives /cafe/pdf/cba_update _nov2006.pdf (дата обращения: 12.12.2017)

8. Public Health and Air Pollution in Asia (PAPA): A Multicity Study of Short-Term Effects of Air Pollution on Mortality / C.M. Wong, N. Vichit-Vadakan, H. Kan, Zh. Qian // Environmental Health Perspectives. – 2008. – Vol. 116, № 9. – P. 1195–1202. DOI: 10.1289/ehp.11257

9. Short-term effects of daily air pollution on morlality / W.R. Wan Mahiyuddin, M. Sahani, R. Aripin, M. Latif, Th.-Q. Thach, C.-M. Wong // Atmospheric Environment. – 2012. – Vol. 65. – P. 69–79.

10. The Bystander-Effect: A Meta-Analytic Review on Bystander Intervention in Dangerous and Non-Dangerous Emergencies / P. Fischer, J.I. Krueger, T. Greitemeyer, C. Vogrincic, A. Kastenmuller, D. Frey // American Psychological Association Psychological Bulletin. – 2011. – Vol. 137, №. 4. – P. 517–537.

11. The Temporal Pattern of Mortality Responses to Air Pollution: A Multicity Assessment of Mortality Displacement / A. Zanobetti, J. Schwartz, E. Samoli, A. Gryparis, R. Atkinson, A. Le Tertre, J. Bobros, M. Celko, A. Goren, B. Forsber, P. Michelozzi, D. Rabgczenko, E. Aranguez Ruiz, K. Katsouyanni // Epidemiology. – 2002. – Vol. 13, № 1. – P. 87–93.

12. The Temporal Pattern of Respiratoty and Heart Disease Mortality in Response to Air Pollution / A. Zanobetti, J. Schwartz, E. Samoli, A. Gryparis, G. Touloumi, J. Peacock // Environmental Health Perspectives. – 2003. – Vol. 111. – P. 1188–1193.

Об ориентировочной стоимости базы данных социально-гигиенического мониторинга в Ульяновской области и рисках по ее ведению

Д.А. Бородков, М.А. Суханов

Управление Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Ульяновской области, г. Ульяновск, Россия

Оцениваются трудозатраты на формирование базы данных в АИС СГМ НПО «Криста» в учреждениях Ульяновской области за период 2006–2018 гг. и рассматриваются риски по ее ведению.

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг, база данных, реестр юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, трудозатраты.

В последнее время все чаще в практической деятельности учреждений Роспотребнадзора приходится сталкиваться с рисками прекращения работы с уже накопленными данными, их некорректным использованием и сохранностью. ГОСТ Р 52806-2007 «Менеджмент рисков проектов» к наиболее важным факторам, влияющим на развитие рисков, применительно к нашим условиям относит: недооценку рисков, связанных с профессиональной деятельностью; выполнение первоочередных задач, связанных с оперативной деятельностью; переоценку возможностей и недооценку рисков, в том числе лицами непосредственно не осуществляющими сопровождение баз данных; переоценку или недооценку рисков, в зависимости от вероятности или возможности их возникновения [1].

Цель работы – оценить на примере базы данных автоматизированной информационной системы «Социально-гигиенический мониторинг» ориентировочную стоимость трудозатрат, произведенных на формирование базы Управлением Роспотребнадзора по Ульяновской области (далее – Управление) и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ульяновской области» (далее – ФБУЗ), являющейся общей для обоих учреждений.

Материалы и методы. Изучена наполняемость базы данных учреждений Роспотребнадзора Ульяновской области в период с 2006 г. по настоящее время.

Расчет временных затрат принят по «Примерным нормативам деятельности органов и организаций Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека в условиях бюджетирования, ориентированного на результат», утв. приказом Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 368 от 10 октября 2008 г. (далее – Примерные нормативы) [2].

Результаты и их обсуждение. Структуру имеющейся в Ульяновской области базы АИС СГМ НПО «Криста» (далее – АИС СГМ) можно разделить на два больших блока: отчетные формы и первичные данные. Разнородные статистиче-

ские элементы: экстренные извещения на инфекционные и некоторые неинфекционные заболевания, протоколы исследований атмосферного воздуха, воздуха рабочей зоны и закрытых помещений, почвы, питьевой воды, воды источников водоснабжения и открытых водоемов, физических факторов, смывов не имеют рекомендованных общих нормативов на ведение их в базе данных. Примерными нормативами закладывается время из всего перечисленного только на регистрацию одного случая отравлений, в том числе формирование базы данных в АИС – 0,2 часа (п. 7.5.1 приложения 1) [2]. Этот норматив авторами также применен к заполнению данных лабораторного исследования на один протокол и реестра юридических лиц и индивидуальных предпринимателей на один объект. Общее количество первичной информации на одно учитываемое действие на 01.09.2018 г. по экстренным извещениям составило 281 748, по базе данных реестра юридических лиц и индивидуальных предпринимателей – 29 369, по протоколам исследований – 58 002. Общее количество трудозатрат по ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ульяновской области» составило 67 710,2 часа, по Управлению Роспотребнадзора по Ульяновской области 30 568 часов. Ориентировочная стоимость одного рабочего часа в настоящее время по ФБУЗ 140 руб., по Управлению – 294 руб. Таким образом, стоимость первичных данных, внесенных в АИС СГМ обоими учреждениями, в ценах 2018 г. составляет 18 466,42 тыс. руб., при этом стоимость затрат примерно равная – на долю управления приходится 48,7 % и, соответственно, ФБУЗ – 51,3 %.

Вторым блоком базы является статистическая отчетность. Всего в базе статистических форм 17 143, относящихся непосредственно к деятельности учреждений Роспотребнадзора в Ульяновской области – 16 295. Остальные формы – формы статистической отчетности медицинских организаций, необходимые для проведения анализа соматической заболеваемости: форма № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации», форма № 32 «Сведения о медицинской помощи беременным и родильницам» и др.

Основной объем из всего количества форм приходится на ежемесячные формы № 1, № 2, № 5, сумма которых составляет более 10 тыс. При этом основное количество сформированных отчетов приходится на муниципальные образования Ульяновской области, наличие которых и позволяет прогнозировать развитие эпидемического процесса. Еженедельные формы представлены мониторингом за клещевым вирусным энцефалитом – 281. Ежемесячных отчетов в базе АИС СГМ 10 518, при этом на Управление пришлось только 268; квартальных, полугодовых – 2836, за Управлением – 611; годовых – 3508, из них сформировано Управлением – 570. Всего трудозатраты Управления по этому блоку составили 26 724 часа, ФБУЗ – 188 112 часа. Расчет затрат, который проведен отдельно для годовых, квартальных, месячных и недельных форм по учреждениям в соответствии с п. 3.1 приложения 1 Примерных нормативов показал, что Управлением затрачено 7856,9 тыс. руб., а ФБУЗ – 26 335,7 тыс. руб.

Трудозатраты на формирование баз данных регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга приняты из норматива, указанного в п. 7.3 приложения 1 Примерных нормативов [2]. Для расчета взяты временные затраты за 12 лет по 24 административным территориям (с 2006 по

2017 г.) или всего 288 учитываемых мероприятий. Из-за невозможности точного разделения работы ФБУЗ и Управления по формированию данных социально-гигиенического мониторинга ценовой расчет принят из соотношения 1:1, или 40 часов на одну административную территорию разделены поровну. Общее количество трудозатрат на формирование электронной региональной базы СГМ составило 11 520 часов, или 806,4 тыс. руб. со стороны ФБУЗ и 1693,4 тыс. руб. со стороны Управления.

Затраты для технического обслуживания рассчитывались для: сопровождения установленного программного обеспечения, развития локальной вычислительной сети, архивации и обслуживания серверов, администрирования локальной вычислительной сети, на основе учетных записей в АИС СГМ, заведенных на специалистов Управления в количестве 70 пользователей и на специалистов ФБУЗ в количестве 140 пользовательских рабочих мест. Нормативы приняты по п. 6.1–6.5 приложения 1 Примерных нормативов [2]. На долю IT-специалистов Управления пришлось 870 часов, или 255,78 тыс. руб. и на долю ФБУЗ – 830 часов, или 116,2 тыс. руб.

Таким образом, общая ориентировочная стоимость вышеперечисленных трудозатрат на формирование базы АИС СГМ может составлять 55 530,8 тыс. руб. без учета стоимости материальной части и затрат на ее содержание и обновление. Несмотря на приблизительность расчетов, трудно переоценить объемы затраченного интеллектуального труда на создание такой базы. Поэтому неквалифицированное применение такого объема статистических данных, который используется в основном для сравнения величин из форм с прошлогодними, квартальными, месячными и др. аналогичными показателями, можно отнести к риску неэффективного использования базы данных. Недостаток специалистов, способных к прогнозированию на основе элементарных математических моделей по линейной или квадратичной тенденции, по годовым показателям и пр. определяет сформулированный ГОСТ Р 52806–2007 риск: люди, адаптируя на понятный язык, не видят никакой заинтересованности в формировании базы данных, так как не могут ею пользоваться [1]. Это остается одним из основных рисков не сохранности базы как таковой, а неэффективного использования данных. Еще одним риском является изменение учетной единицы статистической отчетности или самой формы, которые могут приводить к расхождению учитываемых величин. Для примера наступления ситуации, характеризующей такой риск, можно привести переход в шаблонах 2-го этапа СГМ с болезненности на заболеваемость и изменение в 2015 г. формы «Сведения о результатах токсикологического мониторинга» (утв. приказом Роспотребнадзора № 1325 от 18.12.2015 г.), в настоящее время имеющей № 12–15. При обновлении формы были утеряны данные разделов 3,4 до 2016 г. в интерфейсах раннего формата этой отчетности (№ 12–12 и ранее утвержденных). Одним из главных рисков может быть переход на другой формат базы данных. Так, при проведении аккредитации ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ульяновской области» аккредитующие лица настояли на применении передового продукта «ЛИС», что напрямую было связано с аккредитацией лабораторно-испытательного центра. В настоящее время исследования факторов внешней среды производятся в основном в этой программе, чем было прервано многолетнее формирование базы

данных в АИС СГМ. Еще одним вероятным риском может явиться прекращение технической поддержки или отсутствие актуальных обновлений со стороны проектировщика автоматизированной системы вследствие финансовой необеспеченности его работ. Безусловно, имеет место риск, связанный с квалификацией системных администраторов, обслуживающих программный продукт.

Одним из главных перспективных направлений использования базы АИС СГМ на ближайшие годы является ведение реестра юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, который на настоящее время напрямую используется в планировании контрольно-надзорной деятельности на основе первичных данных и несет в себе конечную постоянно корректируемую информацию об объектах надзора. Информация, сосредоточенная в этом реестре, обусловливает годовое планирование контрольно-надзорных мероприятий и в целом дает представление об опасности того или иного объекта для здоровья населения.

Выводы. База данных АИС СГМ, являющаяся ценнейшим продуктом в информационном плане, может иметь прямую материальную оценку и, соответственно, требует адекватных мер по ее физической защите. Кроме внешних постоянных рисков в последнее время возникает все больше проблем, отождествляемых с операторами, работающими в базе: ненужность, необязательность, формальный подход и восприятие формирования первичных данных базы как дополнительного обременения, что приводит к необходимости постоянного контроля по формированию базы данных и валидизации уже внесенных данных. Спасательным кругом в нынешней ситуации при работе с первичными данными в АИС СГСМ является ведение реестра юридических лиц и индивидуальных предпринимателей в ежедневном режиме, который позволяет адекватно оценивать воздействие конкретного объекта на здоровье населения.

Список литературы

1. ГОСТ Р 52806-2007. Менеджмент рисков проектов Общие положения [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-r-52806-2007 (дата обращения: 22.08.2018).

2. Об утверждении методических рекомендаций «Примерные нормативы деятельности органов и организаций Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека в условиях бюджетирования, ориентированного на результат»: Приказ Роспотребнадзора № 368 от 10 октября 2008 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http: //www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req = doc&base = EXP&n = 435222#030113383262916105 (дата обращения: 22.08.2018).

Пересмотр и актуализация санитарных правил и норм к организации строительного производства и строительных работ как мера повышения гигиенической безопасности работающих и населения

С.Ю. Загороднов, А.М. Андришунас

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

Представлена информация об одной из крупнейших отраслей мира – строительстве, особенностях данной отрасли и условиях труда работников в Российской Федерации. В связи с тяжелыми условиями, характерными для данной сферы, особое значение приобретают вопросы профессиональной безопасности и сохранения здоровья рабочих. С учетом интересов повышения безопасности работающих и населения указано на необходимость совершенствования санитарных правил и норм СанПиН 2.2.3.1384-03 «Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ». Показано, что актуализация санитарных правил будет направлена на повышение гигиенической безопасности работающих и населения, а также стимулирование деятельности работодателей по созданию оптимальных и безопасных условий труда. Кроме этого, из документа исключены избыточные требования, которые не содержат актуальной гигиенической составляющей.

Ключевые слова: строительное производство, условия труда, риск здоровью, пересмотр санитарных правил и норм.

Строительство представляет собой одну из крупнейших отраслей мира, обеспечивающую потребности экономики, на долю которой приходится около 3 % ВВП России. В ее рамках реализуются программы строительства, реконструкции, эксплуатации и демонтажа зданий во всех странах, а также ликвидируются последствия природных и техногенных катастроф [9].

Строительство всегда было и по настоящее время остается одной из важнейших сфер человеческой деятельности, поэтому неизбежно привлекает много участников [3]. Так, количество работающих в данной сфере в России достигает 1,78 млн человек [4]. Проблема безопасности и охраны труда в строительстве затрагивает непосредственные интересы каждого из этого числа работающих в отрасли [1, 5].

Любая организация и управление строительством имеет свои особенности, обусловленные спецификой строительного производства [6]. В числе этих особенностей следует отметить:

♦ нестационарность, временный характер, неоднотипность строительного производства и характера конечной продукции, отсутствие постоянных рабочих мест;

♦ подвижной характер труда строителей; кроме этого подвижными являются строительные машины, механизмы, оборудование, технико-технологическое оснащение труда;

♦ множество участников строительного процесса;

♦ неустойчивость соотношения строительно-монтажных работ по их сложности и видам, совмещение комплекса близких по характеру профессий;

♦ ненормированный рабочий день;

♦ роль климата и местных условий в строительных работах.

Несмотря на ликвидацию сезонности в строительстве, отрицательные температуры требуют выполнения мероприятий, обеспечивающих сооружение объектов и в зимних условиях. Строительство зданий одного и того же типа в различных районах страны требует различных затрат материальных ресурсов. Условия строительства во многом определяются сейсмическими условиями, рельефом местности, геологическим строением грунта, наличием грунтовых вод, способом доставки на строительную площадку конструкций и материалов и др. [8].

В связи с тяжелыми условиями, характерными для данной сферы, особое значение приобретают вопросы профессиональной безопасности и сохранения здоровья строительных рабочих. Установлено, что характерные для данной отрасли условия труда становятся определяющими факторами, способствующими развитию профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний работников, приводя, с одной стороны, к утрате профессиональной трудоспособности, сокращая сроки полноценной трудовой деятельности, а с другой – наносят значительный экономический ущерб как отдельным строительным организациям, так и отрасли в целом [5, 7].

Существующий уровень соблюдения требований охраны труда в организациях, осуществляющих деятельность в сфере строительства, с трудом можно охарактеризовать как удовлетворительный. В настоящее время встречаются хозяйствующие субъекты данной отрасли, в которых допускаются нарушения трудового законодательства, в том числе и элементарных требований охраны труда [10].

Здоровье строительных рабочих подвержено таким факторам риска, как воздействие опасных веществ (бетонная, асбестосодержащая пыль, кварц и др.), которая образуется в больших количествах при высверливании отверстий в стенах, шлифовании стен и потолков, сносе стен и перегородок [2]. Несмотря на механизацию, в строительстве по-прежнему активно используется ручной труд: перемещение тяжелых и громоздких грузов вручную. Значительное число профессиональных заболеваний у строительных рабочих обусловлено вредным действием физических факторов, наиболее распространенными патологиями являются нейросенсорная тугоухость, вибрационная болезнь, вегетативно-сенсорная (ангионевроз) или сенсомоторная полинейропатия рук, источниками которых служат как ручные инструменты, так и крупные машины. Характерны нарушения со стороны нервной системы и органов чувств: электрофтальмия, катаракта, невриты, вегетососудистая дистония, астенический синдром, а также перегрев (тепловой удар, судорожное состояние), хронический перегрев (вегетативно-сосудистая дисфункция перманентного и пароксизмального течения), облитерирующий эндартериит, вегетативно-сенсорная полиневропатия (ангиопатия), полирадикулоневропатия и т.д. [3, 11].

Строительная сфера также является и наиболее опасной отраслью экономики. Профессиональные риски травмирования строительных рабочих связаны со спецификой работы, включая высотные виды работ (падение с крыш, строительных лесов, лестниц и т.д.), земляные работы (обрушение траншей, эксплуатация земле-

ройно-транспортных машин), применение подъемных механизмов (кранов и строительных лебедок), использование электрооборудования и ручных инструментов, а также транспортных средств на строительной площадке. Строительные площадки часто находятся в беспорядке, загромождены, что способствует возникновению аварийных ситуаций [10, 11].

По оценкам Международной организации труда на строительных площадках во всем мире ежегодно происходит до 60 000 несчастных случаев со смертельным исходом. Это означает, что один несчастный случай со смертельным исходом происходит в этом секторе каждые 10 минут и около 17 % всех несчастных случаев на рабочем месте со смертельным исходом (один из шести случаев) – на строительных площадках [9].

Организация строительного производства и строительных работ остается фактором риска, который может отрицательно повлиять на условия жизни и здоровье населения. Нередко строительные процессы вызывают многочисленные жалобы населения на избыточный шум от работы строительных машин и оборудования [3, 6].

В настоящее время в России проводится совершенствование и актуализация нормативно-правовой базы Роспотребнадзора в разных областях, в том числе и в области строительства. Пересмотр санитарных правил и норм СанПиН 2.2.3.1384-03 «Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ» связан с необходимостью гармонизации требований санитарных правил и норм с актуальными требованиями и положениями действующих законодательных актов Российской Федерации[1].

Правила, регламентирующие соблюдение гигиенических норм в строительстве, устанавливаются в соответствии с СанПиН 2.2.3.1384-03 «Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ», которые предусматривают определенные требования к строительному производству и организации строительных работ, отдельным видам строительных работ, условиям труда и организации трудового процесса, организации работ на открытой территории в холодный период года и в условиях нагревающего микроклимата, вахтово-экспедиционному методу строительства, профилактическим мерам и охране окружающей среды, а также требования к проведению контроля за их выполнением.

Внесенные в СанПиН дополнения направлены на повышение гигиенической безопасности работающих и населения, а также стимулирование деятельности работодателей по созданию здоровых и безопасных условий труда.

[1] Трудовой кодекс Российской Федерации № 197-ФЗ от 30.12.2001 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (дата обращения: 24.08.2018); СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/420362948 (дата обращения: 24.08.2018); О государственной регистрации продукции территориальными органами: Приказ Роспотребнадзора № 290 от 20 июля 2010 года [Электронный ресурс]. – URL: https://rg.ru/2010/07/30/registr-dok.html (дата обращения: 24.08.2018); СП 2.2.1.1312-03. Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/901862522 (дата обращения: 24.08.2018).

В целях исключения избыточных требований, которые определяются строительными нормами и правилами и не содержат актуальной гигиенической составляющей, из документа были удалены требования к:

– порядку подготовки площадки, освобождения ее от старых строений и мусора;

– организации строительной площадки в части установки подкрановых путей, определению мест складирования материалов и конструкций, мест для приема раствора и бетона;

– типам освещения промышленных площадок и строительных машин;

– организации водоотведения;

– обязательности предоставления санитарно-эпидемиологических заключений на используемые материалы, инструменты, средства индивидуальной защиты и т.д.

При этом в новой редакции СанПиН сохранены обязательные требований к соблюдению гигиенических нормативов вредных факторов на рабочих местах. Включены положения об обязательности соблюдения требований Технических регламентов Евразийского экономического союза (Таможенного союза). Для разных видов работ конкретизированы требования по применению спецодежды, спецобуви и средств индивидуальной защиты.

В целях повышения гигиенической безопасности работников и приведения документа в соответствие с Приказом Минтруда РФ[1] в текст документа включен пункт: «Работодатели вправе устанавливать дополнительные требования по защите работников от воздействия вредных производственных факторов при организации и проведении строительных работ».

Документ интегрирует и детализирует гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ, изложенные в нормативных и методических актах разного уровня и ведомственной принадлежности, что облегчает контроль соблюдения этих требований как со стороны самого хозяйствующего субъекта, так и со стороны Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Выводы. Предлагаемые изменения в СанПиН 2.2.3.1384-03 позволят:

– снизить вероятность воздействия неблагоприятных факторов на здоровье работающих (обеспечение спецодеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты);

– конкретизировать требования к средствам индивидуальной защиты, используемые при различных работах;

– выявить негативные факторы риска, сопровождающие строительную деятельность, на здоровье работников и население прилегающих территорий;

– исключить несоответствие ряда положений СанПиНа 2.2.3.1384-03 действующим положениям федерального законодательства и нормативным актам Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

[1] Об утверждении Правил по охране труда в строительстве: Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ № 336н от 01.06.2015 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://base.garant.ru/71164436/ (дата обращения: 24.08.2018).

Список литературы

1. ВВП России, США и Китая. Неожиданное сравнение [Электронный ресурс]. – URL: https://topcor.ru/732-vvp-rossii-ssha-i-kitaya-neozhidannoe-sravnenie.html (дата обращения: 05.09.2018).

2. Вред от строительной пыли [Электронный ресурс] // MOIMEDIK. BLOGSPOT. – URL: http://moimedik.blogspot.com/2014/01/blog-post_19.html (дата обращения: 10.09.2018).

3. Кириченко К.Р. Актуальные вопросы организации строительной деятельности в современных условиях // Проблемы экономики и менеджмента. – 2015. – № 7 (47). – С. 31–34.

4. Минстрой России [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.minstroyrf.ru/press/chislennost-rabotnikov-v-stroitelnoy-otrasli-sostavlyaet-1-78-mln-chelovek/ (дата обращения: 04.12.2016).

5. Особенности условий труда в строительстве и производстве строительных материалов [Электронный ресурс] // VESTNIK.INFO. – URL: http: //www.vestnik.info/archive/40/article822.html (дата обращения: 10.09.2018).

6. Проблемы совершенствования организации, планирования строительства и управление проектом [Электронный ресурс] // Основы управления. – URL: http: //edu.vgasu.vrn.ru/sub-faculties/os/DocLib5/%D0%9E%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F%20%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%B8%20%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%B2%20%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5/270102-%D0%9B%D0%9A%D0%95%D0%A6%D0%98%D0%98.pdf (дата обращения: 30.08.2018)

7. Профзаболеваемость в строительной отрасли: факты и статистика [Электронный ресурс] // Труд-Эксперт. Управление: Онлайн сервис № 1 для управления охраной труда в организации. – URL: http: //www.trudcontrol.ru/press/news/220 (дата обращения: 30.08.2018).

8. Строительство как отрасль материального производства и его особенности [Электронный ресурс] // STUDFILES. – URL: https: //studfiles.net/preview/1956155/ (дата обращения: 30.08.2018).

9. Тимофеева С.С., Цветкун Н.В. Апробация методик оценки профессиональных рисков в строительной отрасли Иркутской области // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2017. – Т. 7, № 2. – С. 39–48.

10. Федянин Н.Д. Строительная площадка – территория особого внимания // Промышленная и экологическая безопасность, охрана труда. – 2017. – № 6 (124). – С. 28–29.

11. Шустов П.А., Бажакин А.В. Факторы, влияющие на условия труда рабочих строительных специальностей // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2014. – № 1 (6). – С. 81–85.

Изучение способов пробоподготовки мясных консервов для детского питания в анализе фталатов методом хромато–масс–спектрометрии

А.С. Зорина, Т.Д. Карнажицкая

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

Представлены результаты экспериментальных исследований по применению способов пробоподготовки образцов мясных консервов, предназначенных для детского питания, для извлечения 15 фталатов (C_1–C_9) с учетом особенностей матричного состава консервов. Максимальная степень экстракции фталатов из мясных консервов определена при использовании способа жидкостной экстракции с применением в качестве экстрагента смеси ацетонитрила и гексана в соотношении 2:1, которая в среднем составила для «легких» фталатов (C_1–C_4) 79–87 %, для «тяжелых» (C_5–C_9) – 43–49 %. На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что при анализе 15 фталатов методом хромато-масс-спектрометрии при их совместном присутствии в одном образце целесообразно проводить раздельное извлечение «тяжелых» и «легких» фталатов методом жидкостной экстракции в оптимальных для каждой группы условиях пробоподготовки.

Ключевые слова: фталаты, высокоэффективная жидкостная хроматография, масс-спектрометрия, мясные консервы для детского питания.

Фталаты – диэфиры 1,2-бензолдикарбоновой кислоты (фталевой кислоты), получают синтетическим путем в процессе этерификации фталевой кислоты со спиртами [1]. Фталаты применяют в качестве пластификаторов при производстве полимерных материалов на основе поливинилхлорида (ПВХ), полистирола и каучуков, которые придают гибкость и долговечность изделиям из полимеров. В настоящее время одним из направлений применения фталатсодержащих пластиков является их использование в пищевой промышленности для упаковки продуктов питания [3, 4].

Фталаты обнаружены в контейнерах для хранения и транспортировки пищевых продуктов, шлангах, трубопроводах, затворах и другом оборудовании, применяемом для производства продуктов питания, а также в сырье [2]. Фталаты химически не связаны с матрицей полимера и поэтому легко выделяются из пластиковых изделий в контактирующие среды [5, 8, 10].

Основным источником воздействия фталатов на человека являются пищевые продукты и питьевая вода, упакованные в пластиковую тару [5, 7, 9]. Особенно актуальным является вопрос содержания фталатов в пищевых продуктах для детского питания, в том числе в мясных консервах для детей в возрасте от 6 до 24 месяцев [7]. Являясь жирорастворимыми веществами, фталаты хорошо мигрируют из упаковки в жирные продукты, такие как молоко и молочные продукты, масла и жиры различного происхождения, мясные и рыбные продукты и др. [8].

Фталаты оказывают неблагоприятное действие на состояние здоровья и связаны с увеличением числа многих заболеваний человека, таких как нарушение ра-

боты эндокринной и репродуктивной систем, ожирение, резистентность к инсулину и диабет 2-го типа, повреждение печени и почек, астма и аллергия, а также неврологические расстройства (расстройство дефицита внимания, аутизм) и др. [6].

В связи с широким распространением фталатов в среде обитания человека и риском увеличения числа заболеваний актуальным является разработка методик определения фталатов в пищевых продуктах, в том числе для детей раннего возраста.

В соответствии с ГОСТ Р 54628-2011 «Продукты для детского питания. Консервы мясные. Пюре для прикорма детей раннего возраста. Технические условия» для изготовления мясных консервов применяют следующее сырье: мясо (говядина, телятина, свинина, крольчатина и др.); масло (подсолнечное, соевое, кукурузное, сливочное), жир свиной; крахмал (картофельный, кукурузный, рисовый); соль, вода.

Таким образом, определение фталатов в мясных консервах для детского питания включает химический анализ смеси трех биологических матриц (мясо (белки), масло (жиры) и крахмал (углеводы)), каждая из которых имеет, с одной стороны, сложный компонентный состав, с другой – характерные особенности химического состава, обусловливающие способ проведения пробоподготовки.

В настоящее время для извлечения фталатов из продуктов питания, представляющих многокомпонентную биологическую матрицу, с последующим анализом методом высокоэффективной жидкостной хроматографии/масс-спектрометрии (ВЭЖХ/МС) применяют различные способы извлечения – жидкостную экстракцию, твердофазную экстракцию, извлечение по методу QuEChERS, автоматизированную твердофазную экстракцию в режиме онлайн [7].

Цель работы – изучение эффективности извлечения 15 фталатов из мясных консервов для детей раннего возраста различными способами экстракции для обоснования оптимальных условий подготовки проб к анализу методом ВЭЖХ/МС.

Материалы и методы. Для проведения исследований приобретены консервы мясные для детей различных российских производителей из мяса курицы, цыплят, индейки, говядины в магазинах розничной торговли, упакованные в металлическую тару и стеклянные банки с металлическими крышками.

Изучение степени экстракции фталатов из образцов мясных консервов проводили с использованием стандартных образцов диметилфталата, диметилтерефталата, диэтилфталата, диэтилтерефталата, дипропилфталата, бензилбутилфталата, ди-н-бутилфталата, ди-изо-бутилфталата, дипентилфталата, дигексилфталата, дигептилфталата, ди-(2-этилгексил)-фталата, ди-н-октилфталата, диизононилфталата, динонилфталата с содержанием основного компонента не менее 98,0 % (Sigma Aldrich, США).

Извлечение фталатов из образцов мясных консервов для детского питания проводили способами жидкостной, твердофазной и диффузионной твердофазной экстракции (по методу QuEChERS). Эффективность применения органических растворителей в качестве экстрагентов изучали с использованием ацетонитрила («Криохром», Россия, сорт «0»), гексана («Криохром», Россия, сорт «1»), изопропанола (Scharlau, Испания, 99,8 %), дихлорметана (Merck, Германия, 99,8 %) при различном количественном соотношении. Твердофазную экстракцию проводили на картриджах Oasis HLB (Waters, США). Для извлечения фталатов методом диффузионной твердофазной экстракции использовали наборы для экстракции VetexQ и полимерный сорбент для очистки экстрактов от примесей (InterLab, Россия). Ультразвуковую обработку образцов осуществляли в УЗ-бане (Elmasonic, Германия) в условиях комнатной температуры.

Подготовленные образцы анализировали на жидкостном хроматографе Agilent 1200 с масс-спектрометрическим детектором с тройным квадруполем LC/MS 6460 Agilent Technologies, ионизацию осуществляли электростатическим распылением (ESI) в условиях положительной полярности. Хроматографическое разделение фталатов проводили на колонке Porashell 120 длиной 100 мм зернением 2,7 мкм в режиме градиентного элюирования.

Степень экстракции (R) вычисляли по формуле:

$$R = \frac{A100}{N},$$

где R – степень экстракции вещества, %;

A – количество вещества, извлеченное органическим растворителем;

N – заданное количество фталата в пробе.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием программы Excel.

Результаты и их обсуждение. Изучение возможности применения способов твердофазной экстракции на картриджах Oasis HLB и твердофазной диффузионной экстракции по методу QuEChERS для извлечения фталатов из образцов мясных консервов для детского питания показало отрицательные результаты. В результате проведения экстракции полярными и неполярными растворителями образуется коллоидный раствор с плотной консистенцией, не позволяющий отделить экстракт от анализируемой матрицы.

Использование смеси слабополярных растворителей дихлорметана и гексана в качестве экстрагента для жидкостной экстракции фталатов из образцов мясных консервов показали низкую эффективность извлечения – в среднем 4,6 %. Сочетание данной процедуры с последующей твердофазной экстракцией на сорбенте Oasis HLB не превысила степень извлечения 30 % и в среднем составила 8,7 %.

Изучение возможности применения смеси полярного и слабополярного растворителей (ацетонитрила и гексана) для проведения жидкостной экстракции фталатов из образцов мясных консервов показало положительные результаты. Предварительно проведены исследования по изучению распределения фталатов между ацетонитрилом и гексаном, которые взаимно не растворимы. Результаты анализа фталатов в ацетонитриле и гексане представлены в табл. 1.

Результаты выполненных исследований показывают, что растворимость «легких» фталатов (с количеством атомов углерода в спиртовом радикале C_1–C_7, кроме диэтилтерефталата и дипропилфталата в проведенном эксперименте) в ацетонитриле выше по сравнению с гексаном (табл. 1). Тяжелые фталаты (C_8–C_9), кроме ди-(2-этилгексил)-фталата, лучше растворимы в гексане.

В качестве оптимального варианта жидкостной экстракции смесью растворителей ацетонитрила и гексана для извлечения «легких» и «тяжелых» фталатов с добавлением и без добавления в экстрагирующую смесь изопропанола, с применением и без применения ультразвуковой и термической обработки в процессе экстракции с учетом влияния матричного материала отработана следующая процедура. В пробирку вместимостью 50 см^3 помещают 4 г мясных консервов, перемешивают с 1 г хлорида натрия, добавляют известное количество стандартного раствора фталатов, перемешивают, прибавляют 10 см^3 смеси ацетонитрил/гексан в соотно-

шении 2:1, интенсивно встряхивают 1 мин, экстрагируют в ультразвуковой бане в течение 15 мин, после расслоения отдельно анализируют слой ацетонитрила и слой гексана на жидкостном хроматографе. Результаты исследования эффективности извлечения фталатов из образцов мясных консервов для детей раннего возраста представлены в табл. 2.

Таблица 1

Процентное распределение фталатов в смеси гексана и ацетонитрила (соотношение растворителей 1:1) (n = 3)

№ п/п	Определяемый компонент	Распределение, %	
		гексан	ацетонитрил
1	Диметилфталат	1,13	98,87
2	Диметилтерефталат	0,86	99,14
3	Диэтилфталат	0	100
4	Диэтилтерефталат	73,01	26,99
5	Дипропилфталат	73,33	26,67
6	Бензилбутилфталат	17,27	82,73
7	Ди-н-бутилфталат	8,11	91,89
8	Ди-изо-бутилфталат	2,42	97,58
9	Дипентилфталат	3,54	96,46
10	Дигексилфталат	1,79	98,21
11	Дигептилфталат	0	100
12	Ди-(2-этилгексил)-фталат	13,46	86,54
13	Ди-н-октилфталат	97,23	2,77
14	Диизононилфталат	100	0
15	Динонилфталат	100	0

Таблица 2

Степень экстракции фталатов из мясных консервов методом жидкостной экстракции смесью ацетонитрил/гексан (2:1) с УЗ-обработкой (n = 3)

№ п/п	Определяемый компонент	Степень экстракции, %			
		гексан		ацетонитрил	
		образец № 1	образец № 2	образец № 1	образец № 2
1	Диметилфталат	3,64	2,50	87,24	83,87
2	Диметилтерефталат	9,79	13,08	87,84	94,64
3	Диэтилфталат	6,88	9,23	93,05	105,2
4	Диэтилтерефталат	19,50	29,54	81,01	88,26
5	Дипропилфталат	10,66	15,45	80,50	91,56
6	Бензилбутилфталат	19,94	22,10	84,81	87,08
7	Ди-н-бутилфталат	6,50	28,01	40,75	62,42
8	Ди-изо-бутилфталат	4,34	18,68	27,17	41,62
9	Дипентилфталат	3,27	0,00	34,20	103,0
10	Дигексилфталат	78,57	68,94	34,05	51,38
11	Дигептилфталат	11,61	19,59	43,41	49,07
12	Ди-(2-этилгексил)-фталат	10,68	20,18	28,56	49,50
13	Ди-н-октилфталат	22,11	15,36	21,81	38,71
14	Диизононилфталат	0	71,15	112,3	35,22
15	Динонилфталат	54,90	23,67	46,33	29,20

Степень жидкостной экстракции «легких» фталатов C_1–C_4 ацетонитрилом из различных образцов мясных консервов составляет в среднем 79–87 %, «тяжелых» фталатов C_5–C_9 – 43–49 %. С повышением массы и температуры кипения наблюдается тенденция к снижению степени экстракции ацетонитрилом и увеличению степени извлечения гексаном.

Выводы. Отработаны условия эффективного извлечения диметилфталата, диметилтерефталата, диэтилфталата, диэтилтерефталата, дипропилфталата, бензилбутилфталата, ди-н-бутилфталата из образцов мясных консервов для детского питания методом жидкостной хроматографии с использованием смеси растворителей ацетонитрил/гексан в соотношении 2:1, степень экстракции 79–87 %.

Эффективность извлечения ди-изо-бутилфталата, дипентилфталата, дигексилфталата, дигептилфталата, ди-(2-этилгексил)-фталата, ди-н-октилфталата, диизононилфталата, динонилфталата данным способом составляет 43–49 %.

В результате различной степени жидкостной экстракции 15 фталатов смесью ацетонитрила и гексана при совместном присутствии из одной пробы целесообразно проводить раздельное извлечение «тяжелых» и «легких» фталатов методом жидкостной хроматографии в различных условиях пробоподготовки.

Список литературы

1. Химическая энциклопедия: в 5 т. Т. 5: Триптофан-Ятрохимия / под ред. Н.С. Зефирова [и др.]. – М.: Большая Российская энцикл., 1998. – 782 с.

2. Biological impact of phthalates / R. Mankidya, S. Wisemana, H. Maa, J.P. Giesy // Toxicology Letters. – 2013. – Vol. 217. – P. 50–58.

3. Determination of contamination pathways of phthalates in food products sold on the Belgian market / M. Van Holderbekea, L. Geerts, G. Vanermen, K. Servaes, I. Sioen, S. Henauw, T. Fierens // Environmental Research. – 2014. – Vol. 134. – P. 345–352.

4. Food safety involving ingestion of foods and beverages prepared with phthalate-plasticizer-containing clouding agents / T.-H. Yen, D.-T. Lin-Tan, J.-L. Lin // Journal of the Formosan Medical Association. – 2011. – Vol. 110. – P. 671–684.

5. Gallart-Ayala H., Nu´n˜ez O., Lucci P. Recent advances in LC-MS analysis of food-packaging contaminants // Trends in Analytical Chemistry. – 2013. – Vol. 27. – P. 99–124.

6. Hayasaka Y. Analysis of phthalates in wine using liquid chromatography tandem mass spectrometry combined with a hold-back column: Chromatographic strategy to avoid the influence of pre-existing phthalate contamination in a liquid chromatography system // Journal of Chromatography A. – 2014. – Vol. 1372. – P. 120–127.

7. Migration from plasticized films into foods. 1. Migration of di-(2-ethylhexyl) adipate from PVC films during home-use and microwave cooking / J. Startin, M. Sharman, M. Rose, I. Parker, A. Mercer, L. Castle, J. Gilbert // Food Addit. Contam. – 1987. – № 4. – P. 385–398.

8. Migration of phthalates, alkylphenols, bisphenol A and di (2-ethylhexyl) adipate from food packaging / E. Fasano, F. Bono-Blay, T. Cirillo, P. Montuori, S. Lacorte // Food Control. – 2012. – Vol. 27. – P. 132–138.

9. Page B., Lacroix G. The occurrence of phthalate ester and di-2-ethylhexyl adipate plasticizers in Canadian packaging and food sampled in 1985–1989: a survey // Food Addit. Contam. – 1995. – Vol. 12, № 1. – P. 129–151.

10. Phthalates impact human health: Epidemiological evidences and plausible mechanism of action / S. Benjamin, E. Masaia, N. Kamimura, K. Takahashi, R.C. Anderson, P.A. Faisal // Journal of Hazardous Materials. – 2017. – Vol. 340. – P. 360–383.

Совершенствование математической модели многофазного течения в антродуоденуме для учета индивидуальных особенностей потребления пищи и физико-химических свойств продуктов питания

М.Р. Камалтдинов

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

Рассматриваются вопросы развития модели многофазного течения в антродуоденальной области пищеварительного тракта для учета индивидуальных особенностей потребления пищи и физико-химических свойств продуктов питания. Приведена упрощенная схема пищеварения в антродуоденума, описывающая преобразование сложных компонент пищи до легкоусвояемых элементов посредством каскада биохимических реакций. Показано уменьшение уровня образования аминокислот при наличии нарушений секреторной функции антродуоденума, поджелудочной железы и печени по производству гидрокарбоната натрия, что обусловлено снижением активности кишечных ферментов в кислой среде.

Ключевые слова: многоуровневое моделирование, желудочно-кишечный тракт, функциональные нарушения, ферменты, аминокислоты.

Организм человека при взаимодействии со средой обитания подвергается негативному воздействию химических веществ, поступающих с пищей и питьевой водой. Помимо непосредственного раздражающего эффекта на стенки желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), химические вещества могут аккумулироваться в организме и оказывать системное воздействие через кровь, поступающую к органам. Нерегулярное и несбалансированное питание также может вызывать нарушения в работе органов и систем человека. Физиологические нарушения выражаются в виде снижения общего качества жизни и психологического комфорта на уровне индивида, а также дополнительных случаев заболеваний, инвалидности и преждевременной смерти на уровне популяции.

Математические модели для описания физиологических процессов в ЖКТ с использованием методов гидро- и биомеханики в основном разрабатываются зарубежными коллективами [3–8]. Как правило, исследователями рассматривается перистальтика пищеварительного тракта, а секреции пищеварительных желез, биохимическим реакциям уделяется существенно меньшее внимание. Сравнительно немного работ посвящено многофазному моделированию, при этом не учитываются процессы растворения частиц пищи, не учитывается процесс эвакуации пищи из желудка в кишечник. Также следует отметить, что очень редко рассматриваются особенности пищеварительных процессов при наличии патологии.

Коллективом авторов на базе Федерального научного центра медико-профилактических технологий и управления рисками здоровью населения и Пермского национального исследовательского политехнического университета в рамках

решения задач оценки и прогнозирования индивидуального и популяционного здоровья разрабатывается многоуровневая модель эволюции риска функциональных нарушений органов и систем человеческого организма [1, 2]. Верхний уровень модели («макроуровень») описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений эволюции риска всех органов и систем с учетом осредненного взаимодействия между ними. На «мезоуровне» с помощью системы дифференциальных уравнений в частных производных описываются физиологические процессы в отдельных органах, в том числе участках желудочно-кишечного тракта.

Предложенный многоуровневый подход для описания пищеварительных процессов в антродуоденуме имеет ряд преимуществ. Во-первых, модель позволяет определять динамически переменную кислотность в любой точке желудочно-кишечного тракта в зависимости от индивидуальных параметров организма человека. Во-вторых, модель позволяет варьировать следующие индивидуальные параметры: геометрическую форму и моторику антродуоденума, состав, плотность и вязкость потребляемой пищи, степень нарушения секреторной и моторной функции участков тракта. В-третьих, за счет наличия обратных связей с соотношениями «макроуровня» возможно выполнять прогнозирование риска развития функциональных нарушений в различных участках тракта. Кроме того, в разработанной модели учитывается всасывание химических веществ, поступающих с пищей и питьевой водой.

Тем не менее, несмотря на все вышеперечисленные преимущества разработанной модели, а также в силу сложности рассматриваемой биологической системы, остается еще много открытых проблем. В частности, до сих пор не рассмотрено влияние режима питания, рациона на эволюцию риска нарушений органов и систем. На текущий момент в модели для описания многофазного течения в антродуоденуме представлено ограниченное число компонент первой фазы, что затрудняет рассмотрение полной цепи преобразования пищи. Кроме того, слабо изучено влияние физико-химических параметров пищи на процесс течения в ЖКТ.

Цель работы – совершенствование модели многофазного течения в антродуоденальной области пищеварительного тракта для учета индивидуальных особенностей потребления пищи и физико-химических свойств продуктов питания.

Материалы и методы. Рассматривается многофазное течение в антродуоденальной области ЖКТ. Первая фаза является многокомпонентной жидкостью с растворенными на молекулярном уровне компонентами: водой, соляной кислотой, гидрокарбонатом натрия, продуктом реакции соляной кислоты и гидрокарбоната натрия (углекислым газом и хлоридом натрия), растворенными белками, жирами, углеводами, химическими веществами, полипептидами, пепсином, пептидазой, аминокислотами, трипсином, желчными кислотами, эмульгированными жирами, липазой, моноглицеридами, амилазой, полисахаридами, моносахаридами, гликозидазами (рисунок).

Частицы пищи различных диапазонов размеров рассматриваются как отдельные фазы (в общем случае – n-1 фаза). Под воздействием соляной кислоты частицы пищи растворяются – белки, жиры, углеводы, химические вещества, вода, содержащиеся в частице, переходят в компоненты первой фазы, при этом частицы пищи переходят в фазу меньшего размера. Растворение частицы пищи (уменьшение размера) может осуществляться до определенного для данного типа пищи предела, то есть частицы шестой фазы с минимальным размером могут не подвергаться растворению. Скорость массового обмена линейно зависит от кислотности среды

(уровня *pH*), при нейтральной и щелочной реакции среды массовый обмен равен нулю. В первом приближении частицы пищи описываются моделью жидкости с различной вязкостью, принимается гипотеза о равенстве давлений фаз. Силы межфазного взаимодействия полагаются пропорциональными разностям скоростей взаимодействующих фаз.

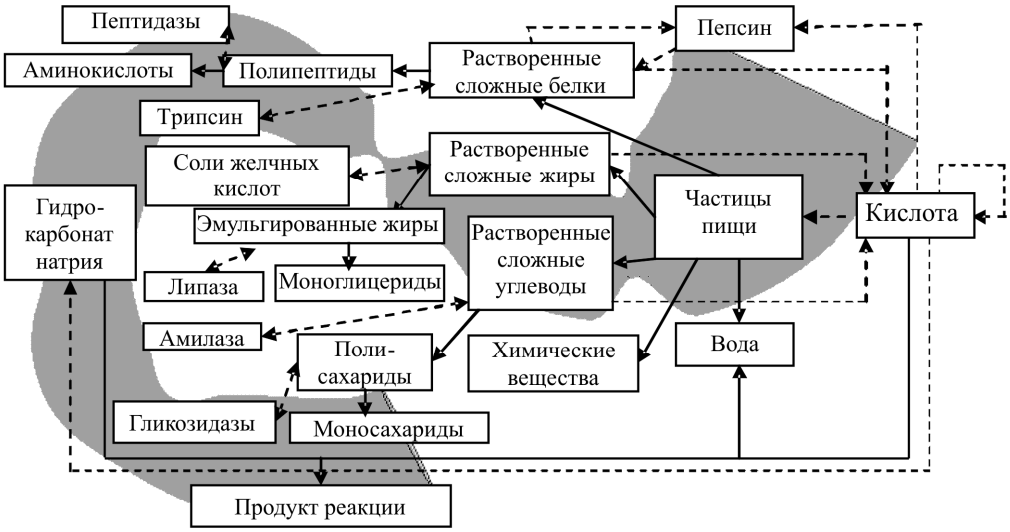


Рис. Упрощенная схема пищеварения в антродуоденальной области пищеварительного тракта (сплошные линии со стрелками обозначают переходы массы, пунктирные – обратные связи и управляющие воздействия)

В модели осуществлен учет реакции нейтрализации кислоты гидрокарбонатом натрия, а также ферментативная реакция пепсина и белка. В концептуальную и математическую постановку добавлены новые (относительно предыдущего уровня разработанности модели) ферменты поджелудочной железы (трипсин, амилаза), компонента желчи (соли желчных кислот), кишечные ферменты (пептидазы, гликозидазы). Следует отметить, что фермент липаза выделяется и поджелудочной железой, и кишечником. Учитываются биохимические ферментативные реакции разложения растворенных сложных белков до полипептидов под действием трипсина, полипептидов до аминокислот под действием пептидаз, эмульгированных жиров до моноглицеридов под действием липазы, растворенных сложных углеводов до полисахаридов под действием амилазы, полисахаридов до моносахаридов под действием гликозидаз. Кроме того, учитывается процесс эмульгирования жиров под действием солей желчных кислот. Скорости процесса эмульгирования жиров и ферментативных реакций описываются уравнением Михаэлиса–Ментен, при этом уровень *pH* среды влияет на скорость перехода массы. Аминокислоты, моноглицериды и моносахариды всасываются в кровь.

Математическая постановка задачи включает в себя уравнения сохранения массы и импульса для компонент и фаз с учетом массовых источников за счет секреции, всасывания, реакций, межфазного обмена.

Результаты и их обсуждение. Проведены предварительные расчеты в двух тестовых сценариях. В первом сценарии функциональные нарушения отсутствовали. Во втором сценарии рассмотрены характеристики пищеварительных процессов при наличии нарушений секреторной функции антродуоденума, поджелудочной железы и печени по производству гидрокарбоната натрия, предполагается снижение интенсивности массовых источников щелочи на 60 %.

Результаты моделирования показывают, что при отсутствии функциональных нарушений в антродуоденуме не обнаружены зоны аномально повышенной кислотности: так, в области луковицы двенадцатиперстной кишки минимальный уровень *pH* составляет 6,27. Во втором сценарии антродуоденум не в состояние успешно нейтрализовать избыточную кислотность пищи, поступающей из желудка, уровень *pH* в области луковицы двенадцатиперстной кишки достигает 3,64. При этом уровень образования аминокислот уменьшается до 92,8 % от нормального (по сравнению со сценарием 1), что обусловлено снижением активности кишечных ферментов в кислой среде.

В дальнейшем планируются дополнительные численные эксперименты для исследования влияния функциональных нарушений и физико-химического состава пищи на пищеварительные процессы.

Выводы. Таким образом, разрабатываемая модель позволяет прогнозировать характеристики процесса многофазного течения в антродуоденальном отделе ЖКТ при различных режимах употребления пищи, при наличии индивидуальных патологических нарушений. При этом важной получаемой характеристикой является кислотность среды в различных участках тракта. Кроме того, предложенные подходы могут быть использованы для исследования токсико-кинетических процессов. В отдаленной перспективе возможно использование модели в качестве неинвазивного диагностического метода.

Дальнейшее развитие предложенных подходов предполагает более детальное рассмотрение процесса секреции соляной кислоты в желудке, учет взаимной диффузии компонент пищи и пищеварительных соков. Одной из существенных проблем до сих пор остается идентификация многочисленных индивидуальных параметров модели. Необходимо проведение экспериментов по исследованию реологических характеристик содержимого тракта в динамике.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-01-00126 А

Список литературы

1. Камалтдинов М.Р. Моделирование риска нарушений функций пищеварительного тракта при воздействии химических факторов среды обитания // Анализ риска здоровью. – 2015.– № 2. – С. 82–88.

2. 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 // Математическая биология и биоинформатика. – 2012. – № 2. – С. 589–610.

3. Ferrua M.J., Singh R.P. Computational modelling of gastric digestion: current challenges and future directions // Current Opinion in Food Science. – 2015. – Vol. 4. – P. 116–123.

4. Fullard L.A., Lammers W.J., Ferrua M.J. Advective mixing due to longitudinal and segmental contractions in the ileum of the rabbit // Journal of Food Engineering. – 2015. – Vol. 160. – P. 1–10.

5. 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.

6. 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.

7. Hao S., Wang B., Wang Y. Density-dependent gastroretentive microparticles motion in human gastric emptying studied using computer simulation // European Journal of Pharmaceutical Sciences. – 2015. – Vol. 70. – P. 72–81.

8. Harrison S.M., Cleary P.W., Sinnott M.D. Investigating mixing and emptying for aqueous liquid content from the stomach using a coupled biomechanical-SPH model // Food Funct. – 2018. – Vol. 9 (6). – P. 3202–3219.

Научно-методическое обоснование создания электронного атласа состояния санитарно-эпидемиологического благополучия на территории Арктической зоны Российской Федерации

А.А. Ковшов, Н.А. Тихонова

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора,
г. Санкт-Петербург, Россия

На основе анализа зарубежной и отечественной литературы раскрыты преимущества использования ГИС-технологий для разработки электронного атласа. Показаны проблемы существующей системы федерального статистического наблюдения при оценке санитарно-эпидемиологического благополучия территорий Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ). С целью совершенствования системы СГМ на основании геоинформационной системы разработана концепция создания геопортала АЗРФ, который мог бы являться обширной электронной базой данных и выступать в качестве эффективного инструмента оценки санитарно-эпидемиологического благополучия населения с функцией пространственного анализа.

Ключевые слова: Арктическая зона Российской Федерации, геопортал, здоровье населения, факторы среды обитания, социально-гигиенический мониторинг, санитарно-эпидемиологическое благополучие населения.

Согласно Указу Президента Российской Федерации № 296 от 02.05.2014 г. (ред. от 27.06.2017 г.) «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской

Федерации» [5], в состав Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) входят территории Мурманской области, Ненецкого, Чукотского и Ямало-Ненецкого автономных округов, а также отдельные муниципальные образования Республики Карелия, Республики Коми, Республики Саха (Якутия), Красноярского края и Архангельской области.

АЗРФ представляет собой уникальную сырьевую базу, ее экономикой обеспечивается почти 15 % внутреннего валового продукта и 25 % экспорта. С учетом дальнейшего вовлечения в хозяйственный оборот огромных природных ресурсов эта доля будет неуклонно расти. Несмотря на огромную площадь АЗРФ (3 673 674 км^2, или 21,5 % площади Российской Федерации), в этой части России проживает лишь около 1,5 % населения страны. Население АЗРФ сталкивается с множеством вызовов, среди которых, в первую очередь, следует выделить суровые природно-климатические условия, загрязнение окружающей среды, низкий социально-экономический статус коренного населения, повышенная заболеваемость, низкая ожидаемая продолжительность жизни. Например, у мужчин, проживающих в сельской местности Чукотского автономного округа, на протяжении последних лет ожидаемая продолжительность жизни колеблется, в среднем, от 45 до 50 лет. Поэтому в последние годы проблемам Арктики уделяется все большее внимание, проведена серьезная работа по созданию законодательного фундамента для устойчивого развития Арктической зоны, которая выделена как особый объект государственного управления, не являясь при этом объектом административно-территориального деления страны.

Одним из основных средств обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения является ведение социально-гигиенического мониторинга (СГМ). Современные методологические подходы, используемые в рамках СГМ, предъявляют особые требования к сбору и анализу разноплановой информации. Применение геоинформационных систем (ГИС-технологий) позволяет решать задачи, связанные со сбором и хранением исходных данных, оперативным наблюдением за состоянием санитарно-эпидемиологического благополучия населения, пространственным анализом распределения неблагоприятных факторов, установлением и устранением воздействия факторов среды обитания на здоровье населения, прогнозированием ситуации [8, 9].

Цель исследования – разработать и обосновать концепцию электронного атласа состояния санитарно-эпидемиологического благополучия населения Арктической зоны Российской Федерации и предложить направления практической деятельности по его использованию.

Результаты и их обсуждение. Арктическую зону как объект статистики формируют:

– федеральный план статистических работ, включающий 122 показателя по АЗРФ;

– приказ Росстата № 770 от 08.12.2016 г. «Об утверждении статистического инструментария для организации Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека федерального статистического наблюдения за санитарным состоянием субъекта Российской Федерации» [6];

– шаблоны Федерального информационного фонда данных СГМ;

– официальная статистическая информация по показателям «Стратегии социально-экономического развития АЗРФ и обеспечения национальной безопасности».

В регистрируемых статистических данных можно выделить показатели, характеризующие санитарно-эпидемиологическое благополучие Арктического региона:

– итоги комплексного наблюдения условий жизни населения;

– оценку численности постоянного населения;

– ожидаемую продолжительность жизни при рождении;

– выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников;

– благоустройство жилищного фонда;

– заболеваемость с диагнозом, установленным впервые в жизни и т.д.

Одним из главных принципов, сформулированных как в российском национальном законодательстве, так и в документах, принятых Арктическим советом и Всемирной организацией здравоохранения, является приоритетность профилактических мер, что подтверждено «Стратегией развития Арктической зоны на период до 2020 года» (далее – Стратегия), в которой закреплены следующие подходы:

– минимизация негативного антропогенного воздействия на окружающую среду Арктики, обусловленного текущей хозяйственной и иной деятельностью;

– обеспечение этнокультурного развития коренных малочисленных народов, защита их исконной среды обитания и традиционного образа жизни;

– изучение влияния на здоровье населения Арктики вредных факторов окружающей среды, научное обоснование комплекса мероприятий, направленных на оздоровление среды обитания населения и профилактику заболеваний.

Для реализации задач, поставленных Стратегией, основополагающим является сохранение здоровья людей, и особое место здесь занимают специфические для АЗРФ факторы риска здоровью. Среди них, в первую очередь, следует выделить холод, под которым понимается вся совокупность охлаждающих метеорологических условий – низкие температуры воздуха, длительный период стояния снега, сильные ветра, особенно в прибрежных и горных районах, недостаточная инсоляция. Холод влияет на функциональное состояние организма людей, способствует появлению дезадаптационных состояний у населения и ускоряет развитие профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний у работающих. Например, первые признаки вибрационной болезни от воздействия локальной вибрации могут быть обнаружены у рабочих подземных рудников в АЗРФ уже при стаже 3 года, что в среднем на 5 лет меньше, чем у работников аналогичных профессий на южных предприятиях [10]. Холод при действии на организм вызывает усиление токсических эффектов химических веществ (фториды, окись углерода, взвешенные вещества). Низкая абсолютная влажность воздуха является постоянным фактором среды обитания, и потеря влаги с кожных покровов и слизистых приводит к снижению их защитных функций и способствует увеличению риска развития ряда заболеваний, главным образом, болезней органов дыхания. В качестве примера можно привести Чукотский автономный округ, где уровни первичной заболеваемости болезнями органов дыхания за период с 2005 по 2016 г. превышают средние уровни по Российской Федерации в 1,5–2,0 раза.

Вместе с тем именно этому фактору в рамках ведения СГМ в настоящее время не уделяется должного внимания: раздел «Условия труда и профессиональная

заболеваемость» содержит лишь сведения о неудовлетворительных показателях микроклимата производственных помещений (ввиду отсутствия нормирования микроклимата открытых рабочих зон), а природно-климатические факторы и вовсе не учитываются.

Тем не менее невозможность управлением климатическими условиями как фактором риска не означает, что минимизация рисков невозможна в принципе. Например, устойчивые тренды к увеличению среднегодовой температуры воздуха в районах наличия сибиреязвенных скотомогильников позволяет дать прогноз о той или иной вероятности расконсервации скотомогильников и возникновении эпизоотии (или эпидемии) сибирской язвы, и это будет основанием для проведения неотложных мероприятий по предупреждению развития и массового распространения данного заболевания.

Наличие крупных промышленных предприятий, а также многочисленных (и зачастую бесхозных) свалок, в том числе бочек из-под топлива, отработанных трансформаторов, несут в себе повышенные риски развития многих болезней. В частности, коренные жители прибрежных районов Чукотского автономного округа, употребляющие в пищу морского зверя, подвергаются неприемлемому канцерогенному риску, связанному с вредным воздействием полихлорированных бифенилов, в больших количествах содержащихся в мясе и жире некоторых морских млекопитающих (главным образом, мясе моржа) [7].

Низкий социально-экономический статус коренного населения АЗРФ, проявляющийся невысокими уровнями денежных доходов, низким образовательным уровнем, высокой численностью безработных, злоупотреблением алкоголем, приводит к существенному увеличению смертности среди населения работоспособного возраста, повышенному риску развития травм и отравлений [11].

Оценивая обеспеченность населения централизованным водоснабжением, следует обратить внимание, что на огромных территориях Чукотского, Ненецкого автономных округов, Республики Саха (Якутия), где преобладают сельские поселения, организация централизованного водоснабжения в условиях вечной мерзлоты является сложной технической и технологической задачей. В результате реальная обеспеченность централизованным водопроводом составляет лишь 60–80 %, а в ряде районов, например, в Анабарском улусе Республике Саха (Якутия) и Шурышкарском районе (Ямало-Ненецкий автономный округ) вообще отсутствует.

В настоящее время происходит снижение жизнеспособности населения в АЗРФ, особенно коренного населения. У коренных народов исторически был сформирован белково-липидный, или «северный» тип обмена: повышенная потребность в белках, жирах, жирорастворимых витаминах, существенно меньшая потребность в углеводах. Отказ от традиционного рациона питания увеличивает риск возникновения болезней системы пищеварения, органов дыхания, иммунной и эндокринной систем. У некоренного населения развивается «синдром полярного напряжения», или «северный стресс», которому присущи расстройства метаболизма, снижение функциональных возможностей эндокринной и иммунной систем, психоэмоциональное напряжение и другие нарушения. Некоренное («пришлое») население АЗРФ болеет в среднем в 3 раза чаще ишемической болезнью сердца, нарушениями мозгового кровообращения, болезнями обмена веществ, эссенциальной гипертензией и гипертонической болезнью. Отличи-

тельной особенностью состояния здоровья населения Арктики является также рост числа заболеваний, в природе которых ведущее место занимает аллергическое состояние организма и связанная с ним иммунопатология. Вместе с тем отдельного статистического учета медико-демографических показателей и показателей здоровья коренного и некоренного населения АЗРФ в настоящее время не ведется [11, 13].

Таким образом, территории Арктики в целом могут быть отнесены к зоне дискомфортных районов с элементами выраженной экстремальности по ряду параметров.

Несмотря на предпринимаемые усилия, ключевые проблемы Арктики решаются слишком медленно и неэффективно. Одним из инструментов, позволяющим упростить поиск решений вышеперечисленных и многих других проблем, а также принятие управленческих решений, является создание электронных атласов, основанных на опыте отечественного и зарубежного комплексного картографирования социально-экономических, природных и экологических процессов [4, 12].

В геоинформатике определены 5 типов электронных атласов. Наиболее простой – 1-й тип – предполагает постраничное перелистывание фиксированных наборов изображений. Самый сложный – 5-й тип – позволяет составить композиции векторных карт с возможностью проектирования и создания картографических изображений, дополнения их текстовыми описаниями, объектами пользователя, табличной статистики, фотографиями и 3D-панорамами. В принципе эта группа не ограничена в функциях и по своим возможностям приближается к ГИС. Атласные информационные системы имеют развитые моделирующие функции, они могут включать в себя экспертные системы и оформляться как полномасштабные мультимедийные конструкции [2].

Анализ международного и отечественного опыта на примере ряда стран (страны Европейского союза, США, Канада) показывает, что инфраструктура пространственных данных в виде геопорталов в настоящее время приобретают все большее значение при решении задач, связанных с оценкой антропогенного воздействия человека на окружающую среду, климатических факторов и др. [16, 17, 18]. Правительством Российской Федерации принята «Концепция создания и развития инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации». Также формируются региональные и ведомственные проекты, предусматривающие создание специализированных, отраслевых, тематических геопорталов [3, 14, 15].

В то же время ни один из существующих на данный момент в Российской Федерации геопорталов Арктической зоны не отвечает целям и задачам СГМ, поскольку не содержит медико-гигиенической и санитарно-эпидемиологической информации, а также сведений об интенсивности воздействия факторов и уровнях загрязнения среды обитания. В 2017 г. ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» подготовил атлас санитарно-эпидемиологической обстановки на территории Арктической зоны Российской Федерации, изданный на бумажной основе [1]. Однако подобная концепция сильно ограничена в функциях: невозможно обновление информации, добавление новых разделов, моделирование и т.д.

Поэтому в настоящее время более перспективным представляется создание геопортала, отвечающего требованиям электронного атласа 5-го типа.

Концепция геопортала предполагает реализацию следующих возможностей:

1. Разработка генеральных схем развития территорий АЗРФ.

2. Планирование инвестиционных проектов.

3. Разработка адресных социальных программ для различных групп населения с учетом различной специфики.

4. Создание программ комплексного оздоровления территорий и обеспечения гигиенической и экологической безопасности населения.

5. Совершенствование системы ведения СГМ.

6. Возможность оперативного доступа к перечню медико-гигиенической и социально-экономической информации в онлайн-режиме через интернет-портал для широкого круга уполномоченных организаций (органы власти, медицинские организации, органы Роспотребнадзора и др.).

На основе баз данных мониторинга состояния питьевой воды, показателей состояния здоровья, социально-экономических и медико-демографических показателей, данных по промышленным объектам (выбросы загрязняющих веществ в атмосферу), а также данных об иных опасных объектах (например, скотомогильники) формируются слои геоинформационной системы. Учитывая специфику районов АЗРФ, где проживают в основном коренные малочисленные народы Крайнего Севера и Дальнего Востока, предполагается установление четырех уровней ГИС:

– точки мониторинга,

– муниципального района,

– субъекта Российской Федерации,

– Арктической зоны Российской Федерации в целом.

В дальнейшем предполагается применение аналитических методов (методика расчета рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, методика оценки риска здоровью население, эпидемиологический анализ, статистические методы обработки информации) и аналитических расчетов (определение численности экспонируемого населения, оценка риска здоровью населения от факторов среды обитания, оценка эпидемиологического риска). Результатом этого будет принятие системой стандартных управленческих решений на основании результатов расчетов, возможно принятие экспертных решений, на основании чего будут сформированы предложения и рекомендации в государственные программы, направленные на сохранения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Выводы. Оценивая полученные результаты, можно сказать, что существующая система федерального статистического наблюдения не позволяет оценить состояние санитарно-эпидемиологического благополучия территорий АЗРФ. Реальная медико-демографическая и социально-экономическая ситуация в сельских населенных пунктах, где проживает преимущественно коренное население, практически не отражается в официальных статистических отчетах, что может послужить причиной принятия неверных управленческих решений.

В системе СГМ не учитываются климатические особенности, специфические условия труда, быта, различия в развитии индустриально развитых и малонаселенных территорий, особенности питания, использование коренными жителями промысловых видов рыб, птиц и морских животных, в которых могут содержаться стойкие загрязняющие вещества, а также возбудители инфекционных и паразитарных болезней.

С целью комплексного анализа и оценки состояния факторов среды обитания, а также установления связей этих факторов и здоровья населения АЗРФ была разработана концепция геопортала на основе ГИС, сервера базы данных и массива информации о факторах среды обитания населения, состояния здоровья населения, социально-экономических и медико-демографических показателей с применением информационно-аналитического инструментария и методов пространственной обработки данных.

Следовательно, геопортал санитарно-эпидемиологического благополучия населения в АЗРФ играет роль полноценной базы данных факторов среды обитания и состояния здоровья населения и в то же время служит эффективным инструментом оценки санитарно-эпидемиологического благополучия населения на конкретных территориях с использованием функции пространственного анализа, что позволит упростить поиск проблем санитарно-эпидемиологического благополучия и принятие управленческих решений.

Список литературы

1. Атлас санитарно-эпидемиологической обстановки в Арктической зоне Российской Федерации / К.Б. Фридман, Ю.А. Новикова, А.А. Ковшов, В.Н. Федоров, Н.А. Тихонова / под ред. д.м.н. С.А. Горбанева. – СПб., 2017. – 54 с.

2. Геоинформатика: учебник для студентов вузов / Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов [и др.]; под ред. В.С. Тикунова. – М: Издательский центр «Академия», 2005. – 480 с.

3. Декстер А.П., Струков Д.Р. Геопортал «Геоинформационная система здравоохранения Санкт-Петербурга» в сети Интернет как пример системы для управления территорией здравоохранения // Врач и информационные технологии. – 2012. – № 3. – С. 58–63.

4. Куролап С.А. Методический подход к созданию системы медико-экологического мониторинга крупного промышленного центра с применением геоинформационных технологий // Медико-экологическая диагностика состояния окружающей среды города Воронежа: сборник научных статей / под общ. ред. С.А. Куролапа и О.В. Клепикова. – Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2017. – С. 6–20.

5. О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации № 296 от 02.05.2014 г. (ред. от 27.06.2017 г.) [Электронный ресурс] // Президент России: официальный сайт. – URL: http: //www.kremlin.ru/acts/bank/38377 (дата обращения: 26.08.2018).

6. Об утверждении статистического инструментария для организации Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека федерального статистического наблюдения за санитарным состоянием субъекта Российской Федерации: Приказ Росстата № 770 от 08.12.2016 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_208883/ (дата обращения: 26.08.2018).

7. Основные тенденции изменения концентраций стойких токсичных веществ в крови коренного населения Арктики / М.В. Чащин, В.П. Чащин, В.Н. Федоров, Н.В. Захарова, А.В. Кузьмин, А.А. Ковшов, Е.В. Янталец, З.С. Кусраева, С.М. Абрамян, Е.В. Зибарев, И.А. Мишкич // Экология человека. – 2012. – № 6. – С. 3–7.

8. Применение географических информационных систем для совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора и социально-гигиенического мониторинга / А.О. Карелин, А.Ю. Ломтев, С.А. Горбанев, Г.Б. Еремин, Ю.А. Новикова // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 7. – С. 620–622.

9. Совершенствование системы социально-гигиенического мониторинга региона с использованием геоинформационных технологий / В.П. Чащин, А.Б. Гудков, О.Н. Попова, Ю.О. Одланд, А.А. Ковшов [Электронный ресурс] // Ученые записки: электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2011. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-sistemy-sotsialno-gigienicheskogo-monitoringa-regiona-s-ispolzovaniem-geoinformatsionnyh-tehnologiy (дата обращения: 26.08.2018).

10. Состояниие здоровья горняков апатитовых рудников Крайнего Севера / С.А. Сюрин, О.А. Буракова, А.Н. Никанов, Н.Р. Лештаева, В.П. Чащин // Здоровье населения и среда обитания. – 2010. – № 12 (213). – С. 23–27.

11. Социально-экономические и поведенческие факторы риска нарушений здоровья среди коренного населения Крайнего Севера / В.П. Чащин, А.А. Ковшов, А.Б. Гудков, Б.А. Моргунов // Экология человека. – 2016. – № 6. – С. 3–8.

12. Токарчук С.М., Токарчук О.В., Трофимчук Е.В. Методические основы создания региональных электронных эколого-географических атласов [Электронный ресурс] // Псковский региональный журнал. – 2015. – № 22. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-osnovy-sozdaniya-regionalnyh-elektronnyh-ekologo-geograficheskih-atlasov (дата обращения: 27.08.2018).

13. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике / В.П. Чащин, А.Б. Гудков, О.Н. Попова, Ю.О. Одланд, А.А. Ковшов // Экология человека. – 2014. – № 1. – С. 3–12.

14. Щербатова Е.А. Геопортал как инструмент управления территориями // Записки Горного института. – 2009. – № 181. – С. 93–95.

15. Яковлев Д.В. Геопортал Воронежской области – инструмент повышения эффективности обращения региональных пространственных данных // Вестник Воронежского государственного университета. – 2012. – Т. 8, № 1. – С. 41–45.

16. Awange J., Kyalo Kiema J.B. Environmental Geoinformatics. Monitoring and Management. Monitoring and Management [Электронный ресурс] // Springer. – 2013. – URL: https: //www.springer.com/gp/book/9783642340840 (дата обращения: 26.08.2018).

17. Geospatial Analysis of Environmental Health [Электронный ресурс] / под ред. Juliana A. Maantay, Sara McLafferty // Springer. – 2011. – URL: https://www.springer.com/us/book/9789400703285 (дата обращения: 26.08.2018).

18. GIS for Health and the Environment. Development in the Asia-Pacific Region [Электронный ресурс] / ed. P.C. Lai, A.S.H. Mak // Springer. – 2007. – URL: https://www.springer.com/us/book/9783540713173 (дата обращения: 26.08.2018).

Обзор отечественных методов по оценке индивидуальной дозы шума

Д.Н. Кошурников, Е.В. Максимова

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

Современная жизнь человека сопровождается совокупностью трудовых, образовательных и развлекательных процессов, характеризующихся формированием индивидуальной дозы шума. Формируемые локальные превышения ПДУ не отражают общей картины шумового воздействия и не позволяют оценить риск возможных нарушений здоровья экспонируемого населения.

В большинстве случаев ухудшение здоровья населения, связанного с воздействием шума, формируется набором шумовых событий, характерных для мест его проживания, трудовой деятельности и отдыха. Набор шумовых событий является индивидуальным и привязан к временному фактору под воздействие шума. Пребывание и неизменность ежедневных неблагоприятных сценариев шумового воздействия в течение длительного времени (месяц, год, десятилетия) будет формировать нарушения здоровья, преимущественно связанные с нарушением нервной системы, сердечно-сосудистой системы и нарушением органов слуха.

Рассмотренные методические подходы позволяют рассчитать длительность возможных превышений ПДУ в местах акустического дискомфорта и спрогнозировать возможные нарушения здоровья без изменения существующих сценариев шумовых событий.

Ключевые слова: шумовое загрязнение, шумовое событие, индивидуальная доза шума, оценка риска от шума.

В 80-х гг. прошлого века был разработан ряд документов, позволяющих оценить дозовую шумовую нагрузку для человека, не нашедшую отражения в последующей оценке риска здоровью населения из-за отсутствия на тот момент нормативно-методической базы по оценке риска. На сегодняшний день ситуация изменилась достаточно кардинально, что подтверждается разработанными и введенными в действие нормативно-методическими документами, новейшими программно-аппаратными комплексами по моделированию акустической ситуации, методологиями оценки риска здоровью населения под воздействием шумового фактора, в том числе на основе установления средневзвешенного суточного уровня шума [2].

Зарубежный опыт также отражает озабоченность проблемой высокого шумового загрязнения с оценкой возможных нарушений здоровья населения, связанный с шумовым фактором.

В 2011 г. Всемирная организация здравоохранения (Европейское региональное бюро) и Объединенный исследовательский центр (ОИЦ) Европейской комиссии подготовили отчет «Бремя болезней, обусловленных шумом окружающей среды», в котором представлена количественная оценка утраченных лет здоровой жизни в Европе вследствие воздействия шума окружающей среды [1, 6].

В 2013 г. ВОЗ возобновила процесс обновления «Руководства по шуму окружающей среды», в котором представлены аналитический обзор научной литера-

туры о влиянии шумового загрязнения окружающей среды на здоровье человека и разработки научно-обоснованных рекомендаций для защиты здоровья населения от неблагоприятных последствий шумового фактора.

В отчете ВОЗ «Бремя болезней, обусловленных шумом окружающей среды», содержится сводка обобщенных доказательств взаимосвязи шумового фактора окружающей среды и конкретных нарушений здоровья человека, включая сердечно-сосудистые и нервные заболевания, когнитивные дисфункции, нарушение сна и слухового анализатора. Для оценки дисфункций, инициированных шумовым фактором, использовался метод количественной оценки риска. Согласно отчету, в Западной Европе нарушение сна и дисфункции нервной системы вызваны преимущественно шумом дорожного движения, шум занимает второе место после загрязнения воздуха среди факторов риска, связанных с окружающей средой [6].

В настоящее время во всем мире 360 млн человек страдают потерей слуха и тугоухостью, связанной с воздействиями шума. Половину всех случаев потери слуха можно предотвратить. Для решения этой проблемы ВОЗ собирает и обрабатывает данные и информацию о неблагоприятном влиянии шумового фактора на соматические и функциональные параметры организма человека. Согласно проанализированным ВОЗ данным исследований, проведенных в странах Европы, среди населения в возрасте 12–35 лет почти 50 % обследуемых подвергаются воздействию звука небезопасной громкости, и около 40 % находятся под воздействием звука потенциально травмирующей громкости.

В настоящей статье приведен обзор отечественных методов по оценке индивидуальной дозы шума, характеризующейся кратностью превышений установленных гигиенических нормативов и используемой для задач оценки риска здоровью населения, проживающего в условиях повышенного шумового загрязнения селитебной территории.

Действующие на сегодняшний день методические указания № 4435-87 от 11.11.1987 г. «Методические указания по гигиенической оценке производственной и непроизводственной шумовой нагрузки» (далее МУ 4435-87) предназначены для:

– оценки и прогнозирования степени неблагоприятного действия шума на здоровье населения;

– для совершенствования гигиенического нормирования шума в различные периоды жизнедеятельности;

– для разработки профилактических мероприятий и расчета их социально-экономической эффективности.

Оценка индивидуальной шумовой дозы преимущественно характерна для производственных процессов на рабочих местах.

Согласно МУ 4435-87 используется понятие среднесуточная доза, характеризующаяся суммарным воздействием производственного и внепроизводственного шума. Принимается, что суточная доза шума состоит из 3 парциальных доз, соответствующих трем восьмичасовым периодам суток, отражающим основные виды жизнедеятельности человека: труд, деятельность, отдых в домашних условиях и сон.

Парциальные дозы определяют отдельно для каждого восьмичасового периода с учетом соответствующих им допустимых уровней шума. Расчет парциальных доз шума для указанных трех периодов жизнедеятельности проводят по разности между фактическими и допустимыми уровнями звука в дБА или дБАэкв. с учетом характера труда и вида жизнедеятельности человека (отдых, сон).

Для этого находят три значения разностей уровней и по таблице МУ 4435-87 соответствующие им превышения допустимых доз (количество раз) для каждого периода. Среднесуточную дозу определяют делением суммы парциальных доз на 3 (количество периодов суток).

В качестве критерия безопасности (приемлемости) рассматривается условие при средней суточной дозе не более единицы для человека, обеспечиваются приемлемые акустические условия на производстве и в быту.

Таким образом, МУ 4435-87 позволяют оценить только кратность превышения средней суточной дозы, кроме того имеется превышение парциальных доз в течение всех трех периодов суток.

Действующие методические рекомендации № 2908-82 от 29.07.1982 г. «Методические рекомендации по дозной оценке производственных шумов» (далее МР 2908-82) предназначены для определения дозы непостоянных производственных шумов всех видов на рабочих местах, а также для обоснования гигиенических требований к допустимым уровням, режимам труда и т.д. в случаях особых форм организации труда.

Настоящими МР 2908-82 вводится понятие «доза» – акустическая энергия за время действия шума, измеряемая в Па2·ч. Однако удобнее использовать относительное значение дозы шума в долях от допустимой, и она является безразмерной величиной.

Следует отметить, что с физической точки зрения эквивалентный уровень и доза являются аналогами и возможен их взаимный пересчет, однако в физиолого-гигиеническом отношении эти два параметра отличаются принципиально: эквивалентный уровень определяется по логарифмической шкале в децибелах от порога восприятия, а доза – в долях от допустимой дозы, являющейся порогом вредного воздействия, и оценивается в линейных величинах. Эквивалентный уровень отражает среднее значение уровня шума за смену, а доза характеризует суммарную энергию шума за смену.

Кроме того, в приведенных МР 2908-82 вводится понятие стажевой дозы – величина, характеризующая шумовое воздействие за рабочий стаж и учитывающая эквивалентный уровень шума и логарифм стажа. Стажевую дозу применяют для оценки и прогноза отдаленных последствий влияния шума.

По одному из методов расчет дозы шума проводится через учет звукового давления, времени действия шума и общего количества периодов действия шума на основании измеренных уровней шума. Результатом расчета является кратность превышения допустимой дозы с возможность последующего вычисления соответствующего уровня шума.

Согласно второму методу для каждой частной экспозиции уровня и времени его действия находят дозу и затем их суммируют. При особых формах организации труда, связанных с производственной необходимостью (сезонные сельскохозяйственные работы, экспедиционные условия, вахты и т.д.), когда в течение определенного времени имеет место вынужденное ежедневное превышение нормативных величин шума, дозный подход позволяет рассчитать необходимую длительность пребывания в условиях пониженных уровней шума с целью предотвращения неблагоприятного его влияния в указанных выше условиях.

В ряде литературных источников встречаются еще две методики расчета и оценки суточной дозы шума: по энергии и по громкости.

Методика определения суточной дозы шума по энергии включена в методические рекомендации № 01-19/12-17 от 26.02.1996 г. Госкомсанэпиднадзора РФ «Унифицированные методы сбора данных, анализа и оценки заболеваемости населения с учетом комплексного действия факторов окружающей среды» (далее МР 01-19/12-17).

Дозу шума, или суммарную шумовую нагрузку ($К_{шум.}$), получаемую населением, рассчитывают с учетом двух периодов суток – дневного и ночного – в условиях быта и одного производственного с учетом времени пребывания в приведенных условиях. Полученные количественные характеристики уровней шума соотносят с ПДУ, характеризующими допустимые уровни. Каждая из парциальных доз шума – за каждый выделенный отрезок времени в течение суток – определяется по разности между фактическим и допустимым уровнями звука в дБА по отношению к фактическому уровню звука по приведенной в МР таблице.

У организованного детского населения также учитываются три периода суток: в домашних условиях дневной и ночной и период пребывания в детском учреждении. Для неорганизованных дошкольников учитываются два периода – дневной и ночной. Полученные дозы шума нормируются в соответствии с установленными гигиеническими нормативами.

Методика оценки шума за сутки по дозе громкости. Концепцию и методику расчета громкости выдвинул С. Стивенс [5], и она отражена в двух рекомендациях ИСО [3, 4].

В психоакустике и коммунальной гигиене для учета неспецифических (экстраауральных) эффектов шума за основу принимают громкостные эффекты: громкость, шумность, неприятность, мешающее, раздражающее действие и вызываемые ими физиологические реакции, нарушения сна и т.п. Это особенно важно в диапазоне малых и средних уровней шума 0–80 дБ А, т.е. ниже порога вредности по специфическим эффектам – потерям слуха при длительном действии интенсивных шумов.

Методика построена на определении натуральной громкости (единица измерения натуральной громкости – сон) через учет уровня громкости (фона), который приближенно можно принять равным уровню звука в дБА.

Перевод уровней звука в величины натуральной громкости приведен в таблице методики.

В суточной дозе парциальные дозы для разных периодов жизнедеятельности соотносят с соответствующими предельными уровнями, поэтому возможна оценка как общего эффекта, так и оптимизация шумового воздействия снижением той или иной его компоненты. Такой подход позволяет оценивать реальную шумовую нагрузку и проводить шумовой мониторинг для охраны здоровья каждого жителя современного города или поселка.

На основании рассмотренных методик по установлению индивидуальной дозы шума описан и предложен основной подход, основанный на установлении осредненной дозы шума через пересчет звуковых давлений за нормируемые периоды времени или работы, связанные с определенными видами деятельности наиболее шумного характера.

На сегодняшний день кроме представленных методических подходов по установлению дозы шумы разработан и утвержден методический документ по оценке риска здоровью населения, основанный на установлении шумовой экспозиции в виде

средневзвешенного суточного уровня шума, с возможностью учета отдельных шумовых событий, в частности транспортного происхождения, – МР 2.1.10.0059-12. Узкая специализация по оценке транспортного шума в виде дозы шума характерна для городских поселений в условиях плотной городской застройки.

Действующие методические рекомендации № 2.1.10.0059-12 от 23.03.2012 г. по «Оценке риска здоровью населения от воздействия транспортного шума» (далее МР 2.1.10.0059-12) содержат раздел по оценке экспозиции шума по результатам анализа хронологии и длительности шумовых событий на изучаемой территории.

Предложенными рекомендациями вводится понятие средневзвешенного суточного шума, включающего динамику развития шумовых событий на рассматриваемой территории за единицу времени (часовую, минутную, секундную) с оценкой коэффициента (p), определяющего долю времени того или иного шумового события от суток. Учет максимально возможного перечня шумовых событий позволяет не делать привязку к периодам времени, за исключением гигиенического нормирования по установленным ПДУ, с последующей оценкой суточной дозы шума для задач оценки риска здоровью населения, проживающего под воздействием шумового фактора.

Предложенная в МР 2.1.10.0059-12 методика оценки индивидуальной дозы шума на основе средневзвешенного суточного уровня позволяет получить максимально достоверную картину шумового загрязнения на основе максимально детализированной исходной информации обо всех источниках шума и формируемых уровней шумовой экспозиции на нормируемой территории.

Таким образом, при всей насыщенности современной жизни трудовыми, образовательными и развлекательными процессами, сопровождающимися формированием шума на уровне выше ПДУ, за длительное время накапливается опасная доза шумового фактора, предопределяющая дальнейшие изменения здоровья, связанные с воздействием шума, в том числе по изученным органам и системам (нервная система, сердечно-сосудистая система, органы слуха).

Список литературы

1. Всемирная организация здравоохранения. Европейское региональное бюро [Электронный ресурс]. – Копенгаген, Бонн, 2009. – URL: https://goo.gl/2xW5rn (дата обращения: 15.12.2017).

2. МР 2.1.10.0059-12 Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума: методические рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. – 40 с.

3. ISO. Expression of the physical and subjective magnitudes of sound or noise. ISO Recommendation R 131; 1st edition. – 1959.

4. ISO. Procedure for calculating loudness level. ISO Recommendation R 532; 1st edition – 1975.

5. Stevens S.S. The Measurement of Loudness // J. acoust. soc. Amer. – 1955. – Vol. 27, № 5. – P. 458–462.

6. WHO Regional Office for Europe. Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe. 2011[Электронный ресурс]. – URL: https://goo.gl/iES4Yb (дата обращения: 15.12.2017).

Практика международного сотрудничества и гармонизации в рамках обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей в Евразийском экономическом союзе

Ю.Н. Осауленко[1], Л.Н. Осауленко[2]

[1]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве»,
[2]Евразийская экономическая комиссия,
г. Москва, Россия

Рассмотрена нормативная правовая база ЕАЭС, регулирующая вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей.

Цель исследования заключалась в определении механизмов международного сотрудничества и гармонизации норм национального законодательства на пространстве ЕАЭС в целях защиты жизни, здоровья населения и определения путей их совершенствования.

Для достижения поставленной цели проведено исследование единой нормативной правовой базы, действующей на пространстве ЕАЭС, дана оценка созданным механизмам международного сотрудничества стран ЕАЭС, направленного на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей.

Ключевые слова: защита прав потребителей, безопасность продукции, оценка риска, Евразийская экономическая комиссия, Евразийский экономический союз.

В условиях поступательного выстраивания единого рынка стран Евразийского экономического союза (далее – ЕАЭС, Союз), основными принципами которого являются уменьшение и устранение барьеров, ограничивающих возможность взаимного инвестиционного и торгового сотрудничества, свободного перемещения товаров, услуг, капитала и рабочей силы, возрастают риски обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей.

Принято различать следующие виды потребительских рисков: физический (физиологический), имущественный и экономический [1, 3]. Основные риски для потребителей в развивающихся интеграционных объединениях связаны со снятием административных барьеров и выражаются: 1) в недостаточной уверенности в эффективности контроля за качеством и безопасностью товаров, выпускаемых в обращение; 2) в недоверии существующим механизмам урегулирования трансграничных потребительских споров; 3) в отсутствии действенных механизмов единовременного и совместного предотвращения вредного воздействия от несоответствующих товаров и услуг при их выявлении.

Следует отметить, что в соответствии с Договором о Евразийском экономическом союзе от 29 мая 2014 г.[1] (далее – Договор) основными целями Союза являются: создание условий для стабильного развития экономик государств-членов

[1] Договор о Евразийском экономическом союзе, подписан в г. Астане 29.05.2014 г. (ред. от 08.05.2015 г. с изм. и доп.) вступил в силу с 12.08.2017 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: официальный интернет-портал правовой информации. – URL: http://www.pravo.gov.ru (дата обращения: 16.01.2015).

в интересах повышения жизненного уровня их населения; стремление к формированию единого рынка товаров, услуг, капитала и трудовых ресурсов в рамках Союза; всесторонняя модернизация, кооперация и повышение конкурентоспособности национальных экономик в условиях глобальной экономики. То есть, формально, вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия не являются целью Союза.

Санитарно-эпидемиологическое благополучие населения – это такое состояние здоровья населения, среды обитания человека, при котором отсутствует вредное воздействие факторов среды обитания на человека и обеспечиваются благоприятные условия его жизнедеятельности[1]. Одновременно, исходя из определения среды обитания человека как совокупности объектов, явлений и факторов окружающей (природной и искусственной) среды, определяющей условия жизнедеятельности человека, а также рассматривая факторы среды обитания как биологические, химические, физические, социальные (питание, водоснабжение, условия жизни) и иные, оказывающие воздействие на человека и (или) на состояние здоровья будущих поколений[2], вопросы установления требований к продукции и процессам ее производства и оборота занимают первостепенное значение для механизма обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия и защиты прав потребителей в рамках евразийского пространства.

Таким образом, по сути, устанавливая общие (единые) в рамках Союза требования к продукции, потребляемой человеком, нормативная база Союза оказывает непосредственное регулирующее воздействие на условия жизнедеятельности человека и факторы среды его обитания, устанавливая нормы и критерии безопасности продукции, находящейся в обороте внутри евразийского пространства, и к процессам, связанным с ее производством и оборотом. Следовательно, нормирование и регулирование критериев безопасности потребительской продукции в рамках правовой базы Евразийского экономического союза призвано обеспечить безопасные условия для человека (а именно такое состояние среды обитания, при котором отсутствует опасность вредного воздействия ее факторов на человека).

Основным условием свободного перемещения товара в рамках ЕАЭС является его безопасность для жизни и здоровья конечного потребителя. Это также подтверждает один из принципов технического регулирования в ЕАЭС, закрепленный статьей 52 Договора: технические регламенты Союза принимаются в целях защиты жизни и (или) здоровья человека, имущества, окружающей среды, жизни и (или) здоровья животных и растений, предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей, а также в целях обеспечения энергетической эффективности и ресурсосбережения.

Чтобы выйти на рынок ЕАЭС производители должны обеспечить соответствие своего товара требованиям, предъявляемым странами ЕАЭС внутри интеграционного объединения. В соответствии с принятыми на себя обязательствами страны ЕАЭС устанавливают единые на всем пространстве Союза требования к продукции, согласуемые на международном уровне.

---

[1] О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Федеральный закон № 52-ФЗ от 30.03.1999 г. (ред. от 03.08.2018) [Электронный ресурс] // Консультант-плюс: официальный интернет-портал правовой информации. – URL: http://www.pravo.gov.ru (дата обращения: 04.08.2018).

[2] Там же, ст. 1

Предупреждение вредного воздействия на организм человека факторов среды обитания и обеспечение благоприятных условий его жизнедеятельности в рамках Союза обеспечивают единые санитарные требования к продукции, которые разрабатываются на основании научных исследований, в том числе оценки риска вредного воздействия на организм человека факторов среды обитания, международных и региональных стандартов, руководств и рекомендаций. Единые санитарные требования устанавливают показатели безопасности продуктов питания, непродовольственных товаров, которые включаются в технические регламенты ЕАЭС, становясь обязательными требованиями к товарам.

Особое внимание в вопросах развития евразийской интеграции уделяется вопросам защиты прав граждан (как потребителей) от рисков, связанных с безбарьерным передвижением товаров и услуг внутри ЕАЭС, обусловивших выделение отдельного направления в общем евразийском регулировании. Гарантии и правовые основы международной защиты прав потребителей закреплены в Договоре (Раздел XII «Защита прав потребителей») и реализуются путем организации сотрудничества государств-членов ЕАЭС и усилиях и мерах, принимаемых Евразийской экономической комиссией в данном направлении.

Защита прав потребителей не может ограничиваться только установлением требований к продукции. Основная задача состоит в обеспечении странами ЕАЭС единообразия в применении этих требований, определения единых подходов к осуществлению контроля за такими требованиями. И здесь важное место занимает Евразийская экономическая комиссия (далее – ЕЭК), которая осуществляет координирующую функцию на пространстве ЕАЭС по подготовке единых требований к продукции, применению на пространстве ЕАЭС международных процедур по оценке соответствия, осуществлению контрольных мероприятий, разработке механизмов реализации единой политики в сфере защиты прав потребителей.

В число основных международных актов, принятых в развитие Договора, входит «Положение о порядке осуществления государственного санитарно-эпидемиологического надзора (контроля) за лицами и транспортными средствами, пересекающими таможенную границу Евразийского экономического союза, подконтрольной продукцией (товарами), перемещаемой через таможенную границу Евразийского экономического союза и на таможенной территории Евразийского экономического союза» (утверждено решением Комиссии Таможенного союза № 299 от 28 мая 2010 г.). Наряду с другими данный документ направлен на установление международного сотрудничества уполномоченных органов стран ЕАЭС и определение процедуры осуществления государственного санитарно-эпидемиологического надзора (контроля) на таможенной границе Евразийского экономического союза и таможенной территории Союза. Положение – документ прямого действия и применяется уполномоченными органами стран ЕАЭС при осуществлении контрольной деятельности.

В целях координации деятельности государств-членов ЕАЭС Комиссия принимает рекомендации, позволяющие единообразно применять нормы права ЕАЭС, а также учитывать их положения в национальном законодательстве в целях гармонизации с актами Союза. К числу таких документов, принятых в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия и защиты прав потребителей, можно отнести следующие рекомендации Коллегии Комиссии:

– № 2 от 22 марта 2016 г. «О применении мер, направленных на повышение эффективности взаимодействия уполномоченных органов в сфере защиты прав потребителей государств-членов Евразийского экономического союза»;

– № 14 от 4 августа 2017 г. «Единые подходы к организации пропуска лиц, транспортных средств и товаров в местах перемещения товаров через таможенную границу Евразийского экономического союза автомобильным транспортом»;

– № 27 от 21 ноября 2017 г. «Об Общих подходах к проведению государствами-членами Евразийского экономического союза согласованной политики в сфере защиты прав потребителей при реализации товаров (работ, услуг) дистанционным способом»;

– № 9 от 19.06.2018 г. «О взаимодействии органов государственного контроля (надзора) государств-членов Евразийского экономического союза при проведении мероприятий по государственному контролю (надзору) за соблюдением требований технических регламентов Евразийского экономического союза».

Одновременно с этим страны ЕАЭС стремятся к единообразию правоприменительной деятельности при осуществлении контрольных мероприятий. Документом, который будет основой для унифицированного применения норм права ЕАЭС, станет «Соглашение о принципах и подходах в сфере государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов ЕАЭС». Принятие странами ЕАЭС указанного Соглашения запланировано на ближайшее время. Оно позволит обеспечить системный подход к осуществлению контроля за безопасностью товаров, находящихся в обращении на рынке Союза на основе риск-ориентированного подхода.

Еще одним из действенных механизмов Союза, направленных на выработку единой позиции всех участников интеграционного объединения, является использование площадки ЕЭК в качестве дискуссионного клуба стран ЕАЭС. В этих целях на площадке ЕЭК созданы консультативные органы, способствующие диалогу стран ЕАЭС как по вопросам установления требований к продукции (Консультативный комитет по техническому регулированию, применению санитарных, ветеринарных и фитосанитарных мер), так и по вопросам их применения в целях защиты потребителей (Консультативный комитет по вопросам защиты прав потребителей государств-членов ЕАЭС). Помимо этого статья 5 Договора предоставляет странам ЕАЭС право осуществлять скоординированную или согласованную политику в тех сферах экономики, которые не затронуты Договором, посредством создания специальных вспомогательных органов ЕАЭС.

В целях реализации установленного права и с учетом значимости вопросов реализации согласованной политики в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения главами государств ЕАЭС был создан Совет руководителей уполномоченных органов в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения государств-членов ЕАЭС[1].

В числе задач указанного Совета – координация взаимодействия уполномоченных органов по вопросам обеспечения санитарно-эпидемиологического благо-

[1] О Совете руководителей уполномоченных органов в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения государств-членов Евразийского экономического союза: Решение Высшего Евразийского экономического совета № 9 от 31.05.2016 г. [Электронный ресурс] // Официальный сайт Евразийского экономического союза. – URL: http://eaeunion.org/ (дата обращения: 01.06.2016).

получия и биологической безопасности населения. Председательствует в указанном Совете с момента его образования Российская Федерация в лице главного государственного санитарного врача Российской Федерации – руководителя Роспотребнадзора А.Ю. Поповой.

Важным для эффективности практической реализации заложенных правом Союза механизмов взаимодействия по вопросам санитарно-эпидемиологического благополучия и защиты прав потребителей является ответственность и заинтересованность самих правоприменителей – уполномоченных органов государств-членов. Таким образом, ЕЭАС обладает эффективным набором инструментов, упрощающих международный диалог в отношении обеспечения безопасности продукции и разрешения возникающих в этой связи споров.

Значимость и актуальность происходящих на территории ЕАЭС интеграционных процессов обусловлены объективной необходимостью усиления сотрудничества стран, в том числе для достижения стабильного развития и устойчивости каждого государства ЕАЭС к внешним угрозам.

Приведенный в настоящей статье обзор состояния дел в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия и защиты прав потребителей представляет собой пример грамотного формирования базовых принципов потребительской безопасности от рисков, которые сопряжены с процессами интеграционного экономического объединения стран. Таким образом, существующий в рамках Союза подход в правовом регулировании является ключевой предпосылкой для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия и защиты прав потребителей на евразийской пространстве. Вместе с тем совместное развитие стран ЕАЭС должно учитывать общемировые экономические процессы и существующую мировую практику развития интеграционных объединений [2].

В целях обеспечения потребительских прав и защиты жизни и здоровья граждан перспективным и первоочередным направлением для дальнейшего развития евразийского сотрудничества должна быть разработка и внедрение упрощенных механизмом принятия совместных решений, направленных на защиту здоровья и интересов потребителей. В числе прикладных механизмов должна быть система оповещения о выявленных опасных или не соответствующих требованиям ЕАЭС товарах и услугах, с одновременной проработкой механизма единообразного и обязательного принятия мер всеми странами ЕАЭС по недопущению оборота таких товаров/услуг, изъятию их из обращения во всех странах Союза.

В условиях цифровизации экономических и социальных процессов важным является создание евразийского механизма онлайн-разрешения потребительских споров. Такой подход не только послужит обеспечению прав граждан стран ЕАЭС, но и одновременно будет способствовать конкурентоспособности предприятий стран ЕАЭС. Участие предприятий в такой евразийской системе будет гарантом честности и добросовестности бизнеса.

Нельзя оставлять без внимания представление интересов Евразийского экономического союза на мировой площадке в рамках деятельности рабочих органов Организации Объединенных Наций, иных интеграционных объединений.

Указанные задачи могут быть разрешены посредством выработки общей стратегии стран ЕАЭС по защите прав потребителей. Эта стратегия могла бы учитывать все направления обеспечения и защиты прав потребителей в сферах, определенных Договором, в том числе за счет использования новейших информацион-

ных технологий в целях обеспечения потребителей, государственных органов и общественных объединений потребителей оперативной и достоверной информацией о товарах (работах, услугах), изготовителях (продавцах, исполнителях), что предусмотрено Протоколом о проведении согласованной политики в сфере защиты прав потребителей (приложение № 13 к Договору о Евразийском экономическом союзе).

Список литературы

1. Голуб Н.И. Классификация рисков в личном потреблении // Социологические исследования. – 1999. – № 8. – С. 139–141.

2. Better regulation in Europe: Executive summaries [Электронный ресурс] // OECD. – 2010. – URL: www.oecd.org/gov/regulatory-policy/45079126.pdf (дата обращения: 24.08.2018).

3. Robentson T.S. Consumer behavior. – Cambridge: Harvard University, 1999. – 800 p.

Описание динамики роста бактериальной популяции в пористой среде легких

Н.Е. Пиль[1], В.М. Чигвинцев[1,2]

[1]ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
[2]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
г. Пермь, Россия

Заболевания легких широко распространены в современном мире, применение различных методов для их изучения является актуальной задачей. Методы математического моделирования позволяют экономить ресурсы и время, изменять начальные условия, анализировать развитие болезни по различным сценариям. Разрабатывается модель эволюции роста бактериальной популяции в легких человека, представляемых пористой средой. В работе описывается процесс роста численности бактерий в легких и факторы, влияющие на него. Сформулирована концептуальная постановка. Приведена математическая постановка модели для описания эволюции численности бактериальной популяции в пористой среде и получены результаты численных экспериментов.

Ключевые слова: математическое моделирование, эволюция бактерий, пористая среда.

В рамках создания комплексной модели описания человеческого организма как связанной совокупности органов и систем [1] решается подзадача по описанию процесса роста бактерий в легких человека. Для каждого органа можно ввести меру функционального повреждения, которая будет показывать, насколько нарушена его функция. Целесообразно количественно оценивать эту меру, выявлять факторы

и причины, вызвавшие заболевание, а также прогнозировать дальнейшее развитие заболевания. Разрабатываемая модель должна описывать процесс роста популяции бактерий, динамику иммунных процессов, давать оценку функционального повреждения легких человека, позволять прогнозировать процесс инфицирования.

Простейшие популяционные модели представлены в ряде работ [2–4]. К данным моделям относятся модели Моно, Ферхюльста; различные дискретные модели. Модель Моно описывает зависимость концентрации микроорганизмов от концентрации субстрата, что дает более точное описание процесса. Она подходит для сред с изменчивым количеством пищи. Модель Ферхюльста описывает рост популяции с учетом лимитирующего фактора, например объема. Существуют различные подходы для описания динамики роста и распространения бактериальной популяции, ряд работ реализован при помощи клеточного автомата [7, 9]. Имеются работы, посвященные исследованию жизнедеятельности бактерий в пористой среде в других областях науки (например [5]).

Для разрабатываемой модели необходим учет зависимости роста бактериальной популяции от питательной среды, так как моделируется биологическая система. Данным задачам удовлетворяет модель Моно, однако в ней не учитывается естественная гибель микроорганизмов за счет продуктов собственного метаболизма. Также в модели Моно не рассматривается распространение концентраций субстрата и бактериальной популяции. Данные замечания планируется учесть в разрабатываемой модели.

Задача решается на двух уровнях – на уровне альвеолы и на уровне легких в целом. На уровне альвеол решается вспомогательная задача для нахождения параметров, необходимых для решения задачи распространения бактерий в пористой среде, таких как показатели размножения бактерий, реакция иммунной системы и др. На уровне легких рассматривается распространение бактерий и оценивается изменение фильтрационных свойств и функциональная поврежденность.

Под инфицированием понимается процесс и результат проникновения микроорганизма в организм хозяина. Органом-мишенью в данном случае являются легкие человека, а именно – альвеолы. Альвеола – элемент структуры легких в форме пузырька, осуществляет газообмен с легочными капиллярами. Предполагается, что патогенные микроорганизмы уже находятся в альвеолах в некоторой концентрации. Основными представителями патогенной микрофлоры являются пневмококки, стрептококки и стафилококки. Эти бактерии не имеют жгутиков, поэтому они неподвижны. Перемещения осуществляются только вместе со средой, в которой они находятся.

Численность популяции бактерий обусловливается количеством субстрата, наличием конкурирующей популяции, а также влиянием иммунного ответа, компоненты которого, в свою очередь, восполняются ресурсами организма. В то же время иммунный ответ ослабевает из-за нейтрализации бактериальных клеток. Количество субстрата, выделяемого в альвеолах, зависит от их функциональности, которая повреждается в результате действия токсинов, выделяющихся при микробиологическом синтезе бактерий, и параллельно восстанавливается за счет защитных механизмов организма. Все взаимодействия можно представить в виде схемы (рис. 1).

Легкие представляются в виде пористой среды. Данный подход предложен в работе [5], где легкие представляются сплошной насыщенной упруго-деформи-

руемой пористой средой для моделирования процесса дыхания, который происходит благодаря градиенту давления, образующемся в результате изменения объема легких – деформации пористой среды под действием мышц человека. Также применение пористой среды для симуляции процесса дыхания используется в работе [8]. В отличие от работы [5], исследуется поведение пористой среды, находящейся под давлением, а не образующей его перепад.

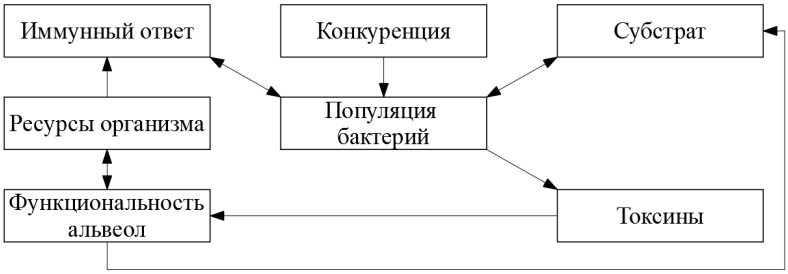


Рис. 1. Схема влияния факторов в процессе размножения бактерий

Функциональная поврежденность легких полагается возникающей по двум механизмам. Первый – закупорка альвеол вследствие размножения бактерий и реакции иммунной системы. В результате чего изменяется пористость и проницаемость среды. Второй – повреждение фильтрационной мембраны токсинами, которые выделяют бактерии в процессе своей жизнедеятельности.

Сформулирована математическая постановка задачи, включающая систему нелинейных, неоднородных дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка, описывающая процесс роста и распространения бактериальной популяции в пористой среде:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial}{\partial t}(mX) = D_1 \dfrac{\partial^2 X}{\partial x^2} + \mu_{\max} \dfrac{S}{K_S + S} X - K_1 X^2, \\ \dfrac{\partial}{\partial t}(mS) = D_2 \dfrac{\partial^2 S}{\partial x^2} - K_2 \mu_{\max} \dfrac{S}{K_S + S} X. \end{cases} \quad (1)$$

Первое уравнение описывает изменение концентрации бактериальной популяции (X). В первом слагаемом учитывается изменение концентрации за счет процесса диффузии, где D_1 – коэффициент диффузии, м^2/с. В качестве массового источника используется модель Моно. Второе слагаемое описывает рост бактериальной популяции за счет потребления субстрата (S). Третье слагаемое описывает уменьшение популяции за счет естественной гибели и продуктов собственной жизнедеятельности. Второе уравнение описывает изменение концентрации субстрата (S). В первом слагаемом учитывается изменение концентрации за счет процесса диффузии, где D_2 – коэффициент диффузии, м^2/с. Второе слагаемое показывает, какое количество субстрата поглощено бактериальной популяцией.

Систему (1) для замыкания необходимо дополнить начальными и граничным условиями. Задача решается в области $M = \{x \in [0, L],\ t \in [0, T]\}$. Предполагается, что в начальный момент времени $t = 0$ известно распределение бактериальной популяции и концентрации субстрата. Для определенности предположим, что концентрация бактериальной популяции распределена линейно. Таким образом начальные условия запишутся в следующем виде:

$$X(x,0) = \frac{X_0}{L}x, \qquad S(x,0) = S_{0,} \tag{2}$$

где X_0 и S_0 – начальные значения концентраций бактериальной популяции и субстрата соответственно. Поток бактериальной популяции и субстрата не проникает сквозь границы области, поэтому граничные условия запишутся в виде условий непроницаемости:

$$\left.\frac{\partial X}{\partial x}\right|_{x=0} = 0,\ X(L,t) = X_0, \qquad S(0,t) = S_0,\ \left.\frac{\partial S}{\partial x}\right|_{x=L} = 0. \tag{3}$$

Таким образом, после решения системы уравнений (1) с начальными и граничными условиями (2), (3) были получены графики зависимости распределения бактериальной популяции и концентрации субстрата (рис. 2).

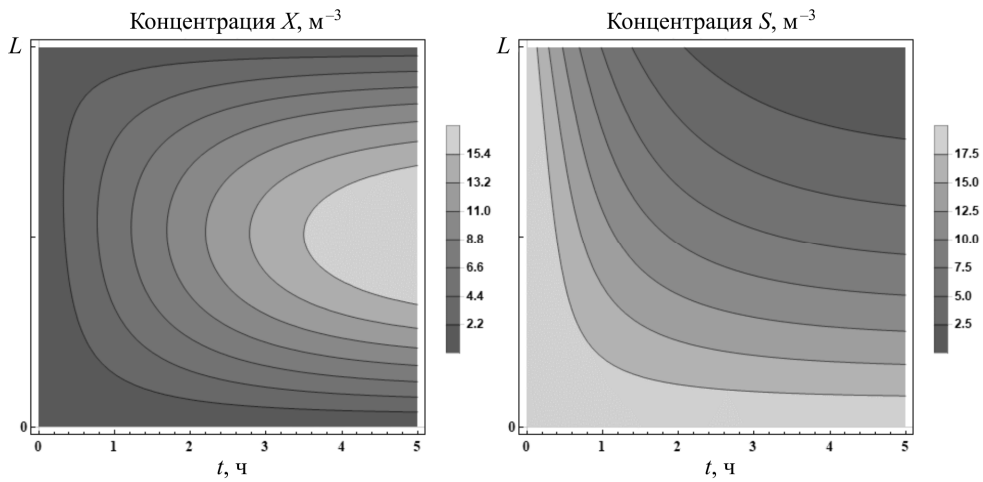


Рис. 2. Распределение концентрации бактериальной популяции и субстрата во времени

Из полученных результатов видно, что рост бактериальной популяции происходит до момента истощения питательной среды. За этот период концентрация

бактерий увеличилась и распределилась вдоль рассматриваемой области. Интерпретируя результаты по отношению к легким человека, можно сделать вывод, что бактериальная популяция переместилась к нижним дыхательным путям. В момент истощения питательной среды установилось параболическое распределение бактериальной популяции (рис. 2), с дальнейшим течением времени распределение не изменялось.

В модели не учитывалось возобновление питательной среды за счет ресурсов организма. Также рост бактериальной популяции протекал без участия механизмов иммунного ответа, которые необходимо учитывать при моделировании легких человека. Данные механизмы планируется учесть в дальнейшей разработке модели. Помимо этого необходимо решать задачу роста бактериальной популяции в объеме, так как пространственные эффекты могут значительно сказаться на решении.

Таким образом, разрабатываемая модель может быть применима для более точного понимания течения и прогнозирования бактериальных заболеваний, развивающихся в легких человека, и улучшения методов лечения.

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 // Математическая биология и биоинформатика. – 2012. – Т. 7, № 2. – С. 589–610.

2. Недорезов Л.В., Утюпин Ю.В. Непрерывно-дискретные модели динамики численности популяций // Государственная публичная научно-техническая библиотека СО РАН. – 2011. – № 95. – С. 1–234.

3. Ризниченко Г.Ю. Математические модели в биофизике и экологии. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. – 184 с.

4. Романовский Ю.М., Степанова Н.В., Чернавский Д.С. Математическая биофизика. – М.: Наука, 1984. – 304 с.

5. Холодонов В.А., Лукина М.В., Милованович Е.В. Моделирование биотехнологических и фильтрационных процессов повышения нефтеотдачи пластов // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института. – 2011. – № 11. – С. 69–71.

6. Цинкер М.Ю. Трехмерное моделирование дыхательной системы человека для задач оценки рисков здоровью при ингаляционной экспозиции химических веществ // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 1. –С. 90–93.

7. Aassine S., El Jai M.C. Vegetation dynamics modelling: a method for coupling local and space dynamics // Ecological Modelling. – 2002. – Vol. 154. – P. 237–249.

8. DeGroot C.T., Straatman A.G. A conjugate fluid-porous approach for simulating airflow in realistic geometric representation of the human respiratory system // Journal of Biomechanical Engineering. – 2016. – Vol. 138, № 3. – P. 4032113. DOI: 10.1115/1.4032113

9. Hong M., Xiaojuan Z. Microbial growth modeling and simulation based on cellular automata // Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology. – 2013. – Vol. 6 (11). – P. 2061–2066.

Возможности применения компьютерных программ в оценке рисков здоровью в области гигиены питания

У.Р. Сагинбаев, Т.Р. Зулькарнаев, Н.С. Кондрова, Ш.Н. Галимов

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Уфа, Россия

Рассматриваются возможности применения современных электронно-вычислительных машин для оценки риска здоровью, связанного с особенностями питания.

Ключевые слова: оценка факторов риска, рациональное питание.

Трофологический статус человека – определенное состояние здоровья, сложившееся под воздействием предшествующего фактического питания, с учетом генетически детерминированных особенностей метаболизма питательных веществ. Продолжительное нарушение питания может привести к разнообразным изменениям, в основе которых лежат изменения обмена веществ в структурных единицах, которые, в свою очередь, связаны либо с повреждением генетического аппарата, либо с недостаточностью/избыточностью незаменимых компонентов пищи. Таким образом, хронические неинфекционные заболевания можно отнести к категории алиментарно-зависимых заболеваний [8, 10].

Для своевременности установления соответствия принимаемой пищи физиологическим потребностям возникает необходимость изучения методов оценки факторов риска. Следует помнить, что к основным положениям анализа риска относятся:

1) причинение вреда подразумевает возможную опасность, а не его реализацию;

2) риск дает количественную оценку возможной опасности, а не только ее констатацию;

3) оценка риска предполагает соотнесение пользы для здоровья с вредом для общества [7].

Для оценки риска здоровью, связанного с особенностями питания, необходимо дать качественную и количественную характеристику фактического рациона питания. С этой целью применяются оперативные методы – лабораторный, метод взвешивания блюд и остатков пищи, также статистические ретроспективные методы оценки питания по отчетам и по меню-раскладкам [6, 9].

Еще одним немаловажным методом является анкетно-опросный 24-часового воспроизведения. При этом для максимальной оперативности и объективизации данного метода эффективно применять электронно-вычислительные машины – создание компьютерных программ. Программа разрабатывается поэтапно: в первую очередь создается алгоритм (предписание, определяющее процесс, ведущий от исходных данных к требуемому результату); вторым шагом является создание программы на одном из языков программирования; последний этап – преобразование текста программы в машинный код (последовательность команд процессора, записанных двоичным кодом).

Потребляемые продукты питания многокомпонентны, следовательно, при анализе пищевой ценности блюда возникает необходимость его разложения на составляющие, что используется, например, в компьютерной программе «Система расчетов для общественного питания» [4]. Внедрены определенные программы, автоматически предупреждающие о нежелательности потребления конкретных блюд для определенного контингента (дошкольный, школьный, спортивный, религиозный), такие как информационно-аналитическая система «АВЕРС: расчет меню питания» [3, 4]. Также существуют программы, выдающие отдельную детализированную оценку пищевой ценности рациона изучаемого объекта или уровня его энерготрат и определяющие основные показатели, характеризующие уровень здоровья человека [5, 11].

Для установления факторов риска здоровью, связанных с особенностями питания, необходимо не только проанализировать качественную и количественную характеристику фактического рациона питания, но и сравнить полученные параметры пищевой и энергетической ценности с нормами физиологических потребностей [1, 2, 4]. В методических рекомендациях МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» приводится нормирование энергии, макронутриентов, микронутриентов, минорных компонентов пищи в зависимости от пола, возраста, группы физической активности (коэффициента физической активности).

С другой стороны, о возможных рисках здоровью, связанных с особенностями питания, можно судить по характерным «патогномоничным» симптомам недостаточности/избыточности конкретных компонентов пищи. С этой целью представляется возможным анкетирование респондента по выявлению данных симптомов по конкретным витаминам, минеральным веществам или нутриентам [8].

Таким образом, в современном постиндустриальном мире возможности электронно-вычислительных машин являются неотъемлемой частью в комплексной оценке рисков здоровью, связанных с особенностями питания.

Список литературы

1. ВОЗ. Информационный бюллетень. Здоровое питание. Октябрь 2017 [Электронный ресурс] // Социальные аспекты здоровья населения: электронный научный журнал. – 2017. – URL: http://vestnik.mednet.ru/content/view/ 941/30/lang,ru/ (дата обращения: 30.08.2018).

2. Галимова Э.Ф., Фархутдинов Р.Р., Галимов Ш.Н. Влияние экстремальных факторов на мужскую репродуктивную систему // Проблемы репродукции. – 2010. – № 4. – С. 60–65.

3. Галимова Э.Ф., Галимов Ш.Н. Мужская фертильность: модифицируемые и немодифицируемые факторы риска // Проблемы репродукции. – 2015. – № 5. – С. 89–95.

4. Гращенков Д.В., Чугунова О.В. Разработка электронной базы технологических документов для организации питания в дошкольных учреждениях // Сборник статей III Международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 28–32.

5. Куракин М.С. Комплексный подход к оценке структуры питания разных социально-демографических групп населения // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 40, № 1. – С. 87–95.

6. Молекулярные и метаболические аспекты мужского бесплодия / В.Н. Павлов, Э.Ф. Галимова, Б.Ф. Терегулов, В.Т. Кайбышев, Ш.Н. Галимов // Вестник урологии. – 2016. – № 2. – С. 40–59.

7. Общая гигиена, социально-гигиенический мониторинг: руководство к практическим занятиям. Раздел «Общая гигиена»: учеб. пособие / П.И. Мельниченко [и др.]. – М.: Практическая медицина, 2014. – 332 с.

8. Оценка пищевого статуса: методические рекомендации / Т.Р. Зулькарнаев, Р.Г. Ялалова, А.И. Салимгараева, Е.А. Поварго, Л.Б. Овсянникова, А.Т. Зулькарнаева. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. – 64 с.

9. Перевалов А.Я., Лир Д.Н. Выбор метода изучения питания детей в организованных коллективах при оценке риска здоровью // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 4. – С. 20–26.

10. Применение информационных технологий обучения при подготовке врачей на медико-профилактическом факультете / И.Ю. Тармаева, И.Г. Погорелова, Н.А. Азьмуко, А.В. Боева // Система менеджмента качества: опыт и перспективы. – 2017. – № 6. – С. 116–119.

11. Сагинбаев У.Р., Зулькарнаев Т.Р. Комплексная оценка воздействия пассивного курения на состояние здоровья беременных и их потомства на примере экспериментальных животных // Молодежь и медицинская наука: материалы V Межвузовской научно-практической конференции молодых ученых. – 2018. – С. 376–378.

Содержание и нормирование в пищевых продуктах нитрозоаминов в мировой практике (литературный обзор)

Д.В. Суворов

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

Изложен краткий литературный обзор на содержание нитрозоаминов в пищевых продуктах с учетом их нормирования в России и за рубежом.

Отображены пути поступления нитрозоаминов в пищевые продукты, а также приоритетные продукты питания с наибольшим содержанием изучаемых химических контаминантов. Предложен вариант решения проблем с разногласием по нормированию в мировой практике.

Ключевые слова: нитрозоамины, НДМА, нормирование, мясная продукция, поступление, пищевые продукты.

Содержанию различных химических контаминантов[1] в пищевой продукции и продовольственном сырье в последние годы уделяется особое внимание не только в Российской Федерации, но и во многих других странах.

[1] Общий стандарт по контаминантам и токсинам в пищевых продуктах и кормах (CODEX STAN 193-1995): Кодекс Алиментариус [Электронный ресурс]. – URL: http://www.fao.org/input/download/standards/17/CXS_193r_2015.pdf (дата обращения: 04.10.2018).

Со второй половины XX в. исследованиям содержания в пищевых продуктах нитрозоаминов (НА) уделяется большое значение. С развитием науки и разработкой более чувствительных химических методов определения обнаруживаются все больше продуктов, содержащих эти соединения. НА могут образовываться в результате технологической обработки сельскохозяйственного сырья и полуфабрикатов, варки, жарения, соления, длительного хранения. При этом чем интенсивнее термическая обработка и дольше хранение пищевых продуктов, тем больше вероятность образования в них НА.

Нитрозоамины – продукты реакции нитратов с вторичными аминами. Они могут концентрироваться в растениях и тем самым передаваться по пищевой цепи. Необходимо отметить, что нитрозоамины содержатся не только в растительных продуктах питания, но и в рыбной и мясной продукции [1].

НА обладают выраженной токсичностью, в первую очередь в отношении печени и почек, могут вызывать геморрагические центрилобулярные некрозы, сопровождающиеся кровоизлияниями, пролиферацию желчных каналов, нарушение функции почек и др.

В середине XX в. было обнаружено, что N-нитрозодиметиламин вызывает опухоли печени у животных. Начиная с 1950-х гг. установлено, что около 200 различных N-нитрозосоединений обладают канцерогенным действием. В последнее время изучению свойств этого сравнительно нового класса канцерогенов, особенно их биологического действия, посвящается более 1000 публикаций в год.

С суточным рационом человек получает ориентировочно 1 мкг НА, с питьевой водой – 0,01 мкг/л, с вдыхаемым воздухом – 0,3 мкг/м^3. В зависимости от степени загрязнения объектов окружающей среды эти цифры могут существенно колебаться. Половину всех НА человек получает с солено-копчеными продуктами [2].

Загрязнение нитратами продуктов животного происхождения происходит преимущественно через корм и питьевую воду, которые потребляют сельскохозяйственные животные.

Наибольшее содержание нитрозоаминов обнаруживается в продуктах, которые подверглись тепловой обработке. Самое высокое их содержание было обнаружено в солонине и ветчине, значительное количество – в высокобелковых кулинарно обработанных рыбных и мясных продуктах. В больших количествах нитрозоамины обнаруживаются в полукопченых колбасных изделиях. Это связано с использованием дыма, в состав которого входят окислы азота (которые способствуют синтезу нитрозаминов в продуктах), в процессе копчения. В копченой рыбе существенно больше нитрозаминов, чем в свежей [3].

Определенное значение в образовании НА имеют специи, применяемые при изготовлении мясных продуктов: перец, паприка, лук, чеснок и др. Добавление их к нитритной посолочной смеси, как правило, приводит к образованию НА в продукции.

Помимо указанных выше причин установлено, что НА могут попадать в продукты в результате контакта с упаковочным материалом и тарой [4].

Для устранения вредного воздействия НА необходимо нормативно-правовое регулирование в виде гигиенических стандартов. В России для продуктов питания нормируется сумма двух нитрозоаминов (нитрозодиметиламин (НДМА) и нитрозодиэтиламин (НДЭА)), поскольку они наиболее токсичны [5, 9]. Так, доза для НДМА LD_{50} при однократном введении крысам составляет около 30 мг/кг массы

тела, для НДЭА – 220 мг/кг. Многие НА обладают выраженным мутагенным и канцерогенным действием. Также они являются доказанными канцерогенами, утвержденными Международным агентством по исследованию рака (IARC). При этом в ряде продукции наличие НДМА и НДЭА не допускается. Так, для мясных консервов для детей раннего возраста содержание НДМА и НДЭА не допускается выше предела определения (0,001 мг/кг) [7, 8].

Однако в странах ЕС содержание НА не нормируется, но отмечается нормирование нитратов и нитритов в продуктах питания. Предположительно, это объясняется тем, что эти соединения являются источниками образования нитрозоаминов [6, 10, 11, 13].

В национальных стандартах КНР GB 2762-2012 контролируется содержание нитрозоаминов в мясе и мясной продукции (за исключением мясных консервов), максимальный уровень которых должен составлять не более 3,0 мкг/кг. Для рыбы и морепродуктов максимальный уровень нитрозоаминов должен составлять не более 4,0 мкг/кг (за исключением консервов) [16].

За последние годы в США, Германии, Канаде, Англии и других странах проведены широкие исследования способов снижения НА в мясных продуктах. Рекомендовано уменьшить количество добавляемого нитрита. В Канаде запрещено применение нитритной посолочной смеси. Для снижения образования НА рекомендовано использование ингибиторов нитрозирования. В результате применения этих способов уровень НА в мясных изделиях в ряде стран существенно снизился [12, 14, 15].

Не только наличие предшественников, но и продолжительность их контакта с продуктом также может играть определенную роль в накоплении НА в продукции. Установлено, что суммарное содержание НА в варено-копченых колбасах, хранившихся в течение двух месяцев, увеличивалось на 30–40 % в сравнении с исходным уровнем, в основном за счет возрастания доли НДМА. Хранение сырокопченых и полукопченых колбас при 0…+5 °С в течение четырех месяцев не привело к увеличению НА, напротив, наблюдается некоторое снижение их содержания, хотя и незначительное, возможно вследствие испарения летучих НА из продуктов. Изменения содержания НА в мясных консервах в процессе хранения в течение 18 месяцев выявить не удалось [17, 18, 19, 20, 21].

В связи с имеющимися различиями в нормировании содержания нитрозоаминов в пищевых продуктах (мясных, рыбных, колбасных и мясорастительных продуктах питания), в том числе и для детского питания, в России и за рубежом необходимо гармонизировать национальные стандарты с учетом критериев оценки риска для здоровья населения.

Список литературы

1. Байерман К. Определение следовых количеств органических соединений. – М.: Мир, 1987. – 462 с.

2. Жукова Г.Ф. Содержание N-нитрозаминов в отечественных пищевых продуктах // Вопросы питания. – 1988. – № 6. – С. 55–56.

3. Комарова Н.В., Великанов А.А. Определение летучих нитрозаминов в пищевых продуктах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии

с флуоресцентным детектированием // Журн. аналит. химии. – 2001. – Т. 56, № 4. –С. 407–411.

4. Костюковский, Я.Л., Меламед Д.Б. Канцерогены N-нитрозоамины, образование, свойства, анализ // Успехи химии. – 1988. – Т. 57, № 4. – С. 625–655.

5. МУК 4.4.1.010-93 Определение нитратов и нитритов в рыбе и рыбопродуктах. Методические указания по методам контроля [Электронный ресурс] // Консорциум кодекс: информационно-правовой портал. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200031688 (дата обращения: 05.10.2018).

6. Нитраты, нитриты и N-нитрозосоединения: совм. изд. Программы ООН по окружающей среде и Всемирной организации здравоохранения. – М.: Медицина, 1981. – 118 с.

7. О безопасности пищевой продукции: технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 / утв. Комиссии Таможенного союза № 880 от 9 декабря 2011 г. [Электронный ресурс] // Консорциум кодекс: информационно-правовой портал. – URL: http://docs.cntd.ru/document/902320287 (дата обращения: 05.10.2018).

8. 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.

9. О техническом регламенте Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции»: Решение Совета Евразийской экономической комиссии № 162 от 18 октября 2016 г. [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовой портал. – URL: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71533186/ (дата обращения: 05.10.2018).

10. Applying Particle Swarm Optimization-Based Decision Tree Classifier for Cancer Classification on Gene Expression Data / K.-H. Chen, K.-J. Wang, K.-M. Wang [et al.] // Applied Soft Computing. – 2014. – № 24. – P. 773–780.

11. Carcinogenic effect of dinitrosopiperazine in adult Swiss mice and after transplacental or translactational exposure / M. Borzsonyi, G. Torok, A. Pinter, A. Surjan, L. Nadasdi, P. Roller // Cancer Res. – 1980. – № 40. – P. 2925–2927.

12. Development of a food database of nitrosamines, heterocyclic amines, and polycyclic aromatic hydrocarbons / P. Jaksyn, A. Agudo, R. Ibañez, R. García-Closas, G. Pera, P. Amiano, C.A. González // J. Nutr. – 2004. – №. 134. – P. 2011–2014.

13. Guidelines for Canadian Drinking Water Quality: Guideline Technical Document N-Nitrosodimethylamine (NDMA). – Ottawa: Health Canada. – 2011. – 39 p.

14. Mirvish S.S. Role of N-nitroso compounds (NOC) and N-nitrosation in etiology of gastric, esophageal, nasopharyngeal and bladder cancer and contribution to cancer of known exposures to NOC // Cancer Lett. – 1995. – № 93. – P. 17–48.

15. Hotchkiss J.H., Vecchio A.L. Nitrosamines in fired-out bacon fat and its use as a cooking oil // Food Technol. – 1985. – № 39. – P. 67–73.

16. National Standard of the People’s Republic of China GB 2762-2012 National Food Safety Standard Maximum Levels of Contaminants in Food. – Beijing – 2012. – 19 p.

17. Phillips W.E.J. Nitrate content of foods - puhlil' health implications // Call. Insf. Food Technol. J. – 1968. – Vol. 1, № 3. – P. 98–l03.

18. Rapid solid-phase extraction method for the detection of volatile nitrosamines in food / S. Raoul, E. Gremaud, H. Biaudet, R.J. Turesky // J. Agric. Food Chem. – 1997. – № 45. – P. 4706–4713.

19. SCCP/1132/07 Opinion on the presence and release of nitrosamines and nitrosatable compounds from rubber balloons. [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.tcmda.com/Global/Aminrapporter/MIT%20nitrosamines%20report%20final.pdf (дата обращения: 11.10.2018).

20. Sen N.P., Baddoo P.A., Seaman S.W. Volatile nitrosamines in cured meats packaged in elastic rubber nettings // J. Agric. Food Chem. – 1987. – № 35. – P. 346–350.

21. Walker R. Nitrates, nitrites and nitrosocompounds: a review of the occurrence in food and diet and the toxicological implications // Food Addit. Contam. – 1990. – № 7. – P. 717–768.

Организация учета уведомлений о начале осуществления предпринимательской деятельности юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями в Управлении Роспотребнадзора по Республике Татарстан

М.В. Трофимова, А.А.Титова, О.Н. Панкратова, М.И. Смирнова, А.В. Мухаметгалеева

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Татарстан (Татарстан), г. Казань, Россия

Рассматривается процесс ведения учета уведомлений о начале осуществления предпринимательской деятельности и регистрация во всероссийском реестре.

Ключевые слова: регистрация уведомлений, МФЦ, информационная система.

Расширение практики применения методологии оценки риска в деятельности Роспотребнадзора происходит в рамках осуществления контрольно-надзорных мероприятий, а именно внедрения риск-ориентированного надзора. Проведение плановых проверок осуществляется с учетом присвоенной категории риска хозяйствующему субъекту. Актуализация перечня объектов надзора происходит с непосредственным использованием информации, содержащейся в реестре уведомлений о начале осуществления предпринимательской деятельности (далее – уведомление).

Согласно «Правил представления уведомлений о начале осуществления отдельных видов предпринимательской деятельности и учета указанных уведомлений», утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации № 584 от 16 июля 2009 г. [5], заявитель, предполагающий выполнение работ (оказание услуг), указанных в пунктах 1–18, 22–53, 56–64, 67, 73, 74, 76–78 перечня работ и услуг, за исключением осуществления деятельности на территории, подлежащей обслуживанию Федеральным медико-биологическим агентством, представляет уведомление в Федеральную службу по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (ее территориальный орган).

Управление Роспотребнадзора по Республике Татарстан (далее – Управление) с 2009 г. осуществляет прием и учет уведомлений о начале осуществления отдельных видов предпринимательской деятельности в соответствии со статьей 8 Закона № 294-ФЗ [4] и постановлением Правительства Российской Федерации № 584 [5].

С 1 января 2018 г. государственная услуга по приему и учету уведомлений оказывается в любом территориальном органе Роспотребнадзора [1, 2, 4] по выбору заявителя, независимо от:

– места нахождения юридического лица (ЮЛ) или места его фактического осуществления деятельности;

– места жительства индивидуального предпринимателя (ИП) или места его фактического осуществления деятельности.

В 2017 г. между Управлением и Государственным бюджетным учреждением «Многофункциональный центр предоставления государственных и муниципальных услуг в Республике Татарстан» заключено соглашение о взаимодействии[1], согласно которому услуга по приему уведомлений предоставляется в филиалах МФЦ.

В целях совершенствования качества оказания услуги в ноябре 2017 г. Центр информационных технологий Республики Татарстан (ЦИТ) совместно с Управлением согласовали и протестировали проект оказания данной государственной услуги через электронный ресурс «Автоматизированная информационная система многофункциональных центров предоставления государственных и муниципальных услуг», разработанный Министерством информатизации и связи Республики Татарстан.

Для реализации услуги Управлением были созданы и согласованы с ЦИТ образцы документов: ответ, который сотрудник МФЦ выдает гражданину в случае регистрации уведомления; ответ, который сотрудник МФЦ выдает гражданину в случае отказа в регистрации уведомления. Заявки на регистрацию уведомлений, поступившие от ИП и ЮЛ из многофункционального центра в электронном виде через систему МФЦ (СМЭВ), рассматриваются и регистрируются в Управлении с декабря 2017 г.

Специалистами Управления и его территориальных отделов проводится активная работа с предпринимателями по разъяснению требований об уведомительном порядке с организацией семинаров, участием в совещаниях на различных площадках.

---

[1] Соглашение от 09.01.2017 года №1/12 «О взаимодействии между Государственным бюджетным учреждением “Многофункциональный центр предоставления государственных и муниципальных услуг в Республике Татарстан” и Управлением Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Татарстан (Татарстан)».

В целях информирования юридических лиц и индивидуальных предпринимателей разработаны буклеты об уведомительном порядке, а также проводятся консультации в «дни открытых дверей».

В Управлении разработана и с 1 ноября 2015 г. внедрена информационная система (далее – ИС), предназначенная для автоматизации процесса регистрации уведомлений. Использование данной информационной системы позволило автоматизировать ввод данных об ИП/ЮЛ, в частности, избежать распространенных ошибок при регистрации уведомлений.

С июня 2018 г. разрабатывается новая версия ИС, которая будет содержать данные надзорных объектов и уведомлений с момента начала оказания государственной услуги «Прием и учет уведомлений» (с 2009 г.).

Положительной стороной использования обновленной ИС является сокращение рабочего времени, затрачиваемого на регистрацию уведомлений, и возможность автоматически генерировать отчеты по заданию руководства.

Принятые меры по усовершенствованию механизма работы по уведомительному порядку привели к ежегодному росту регистрации уведомлений Управлением, что видно на рис. 1.

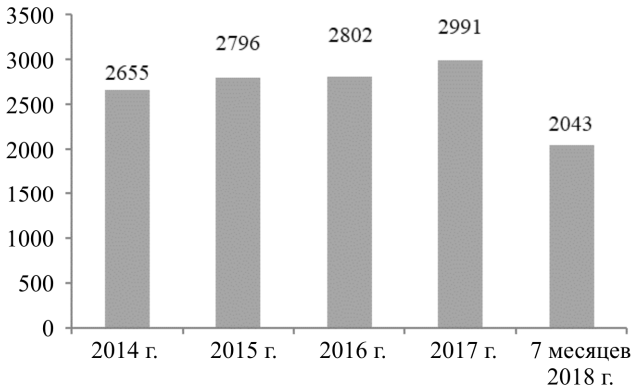


Рис. 1. Количество зарегистрированных уведомлений по годам

С 2009 г. в реестре уведомлений о начале осуществления отдельных видов предпринимательской деятельности Республики Татарстан на 31 июля 2018 г. зарегистрировано 14 492 уведомления и внесено более 8000 дополнительных объектов. Данный реестр актуализируется на основании заявлений от юридических лиц и индивидуальных предпринимателей. По Приволжскому федеральному округу Республика Татарстан занимает первое ранговое место по количеству зарегистрированных уведомлений (рис. 2).

От общего числа заявителей 60 % составляют индивидуальные предприниматели, 40 % – юридические лица.

В структуре деятельности и выполняемых в их составе работ и услуг 38 % приходится на предоставление услуг общественного питания; 35 % – на услуги розничной торговли; 9 % – на турагентскую деятельность; 6 % – на предоставление гостиничных услуг, а также услуг по временному размещению и обеспечению временного проживания; 12 % – на прочую деятельность (рис. 3).

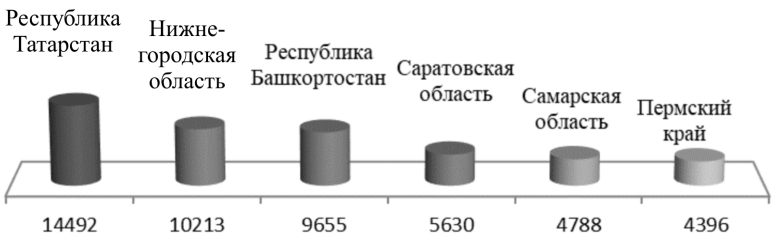


Рис. 2. Количество зарегистрированных уведомлений по Приволжскому федеральному округу (на 31.07.2018 г.)

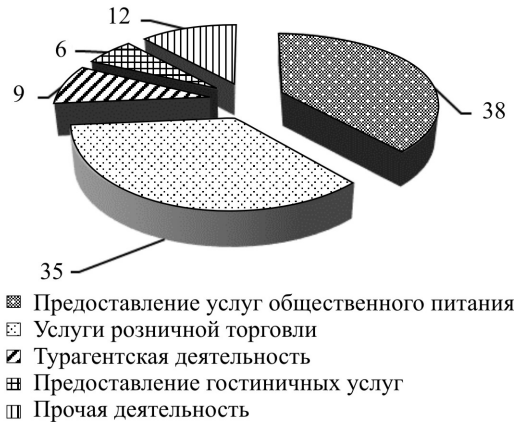


Рис. 3. Распределение зарегистрированных уведомлений по видам деятельности (%)

Несвоевременное представление уведомления о начале предпринимательской деятельности является административным правонарушением и, самое главное, усложняет проведение надзорных мероприятий, что повышает риск ухудшения санитарно-эпидемиологической обстановки на территории региона.

Пунктом 1 статьи 19.7.5-1 КоАП РФ установлена ответственность за непредоставление юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем уведомления о начале осуществления предпринимательской деятельности (за исключением случаев, предусмотренных частями 1 и 2 статьи 14.1.2 настоящего Кодекса), п. 2 установлена ответственность за предоставление юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем уведомления о начале осуществления предпринимательской деятельности, содержащего недостоверные сведения.

Однако, по результатам анализа правоприменительной практики за нарушения положений статьи 8 Закона № 294-ФЗ, привлечение к административной ответственности по статье 19.7.5-1 КоАП РФ затруднено в связи с небольшим сроком привлечения к административной ответственности (рис. 4).

Исходя из данного обстоятельства, Управлением были направлены письма с предложениями по законодательной инициативе касательно уведомительного порядка в адрес Правительства Республики Татарстан и Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека о том, что срок давности привлечения к административной ответственности требует законодательного

пересмотра, который будет предусматривать правонарушения по статье 19.7.5-1 как длящимися и исчисляться с момента выявления нарушения.

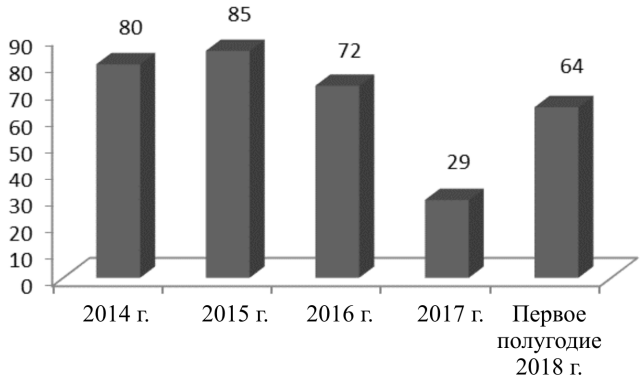


Рис. 4. Количество составленных протоколов об административной ответственности по статье 19.7.5-1 КоАП РФ по годам

Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека разработан проект № 01/10830-2018-27 от 20.08.2018 г. Федерального закона «О внесении изменений в Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях, в частности определения срока давности за правонарушения, связанные с уведомлением о начале осуществления отдельных видов предпринимательской деятельности».

Список литературы

1. О внесении изменений в приказ Роспотребнадзора № 621 от 24.09.2009 г.: Приказ Роспотребнадзора № 1055 от 07.11.2017 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71761186/ (дата обращения: 22.08.2018).

2. О внесении изменений в статьи 7 и 29 Федерального закона «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг: Федеральный закон № 384-ФЗ от 05.12.2017 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_284126/ (дата обращения: 22.08.2018).

3. О внесении изменения в Правила представления уведомлений о начале осуществления отдельных видов предпринимательской деятельности и учета указанных уведомлений: Постановление Правительства Российской Федерации № 1500 от 09.12.2017 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_285295/ (дата обращения: 22.08.2018).

4. О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля: Федеральный закон № 294 от 26 декабря 2008 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83079/ (дата обращения: 22.08.2018).

5. Об уведомительном порядке начала осуществления отдельных видов предпринимательской деятельности: Постановление Правительства Российской Федерации № 584 от 16 июля 2009 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_89755/ (дата обращения: 22.08.2018).

Применение индикативных показателей для оценки результативности контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора по критериям сохранения здоровья

М.Ю. Цинкер

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

Анализируется исследование результативности контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора по критериям сохранения здоровья населения путем обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия. Предложены индикативные показатели для оценки результативности и резервов управления. Апробация методики выполнена на основе оценки результативности деятельности Роспотребнадзора в Российской Федерации.

Ключевые слова: контрольно-надзорная деятельность, здоровье населения, среда обитания, результативность.

В условиях административной реформы органов государственной власти вопросам оценки эффективности и результативности контроля и надзора придается особое значение. Об этом свидетельствуют положения проекта «Концепции повышения эффективности контрольно-надзорной деятельности органов государственной власти и органов местного самоуправления» [2], проекта указа президента Российской Федерации «О совершенствовании результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности федеральных органов исполнительной власти» (подготовлен Минэкономразвития России 04.10.2016 г.) [6], указа президента РФ «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [5], прочих стратегических документов государства [8].

Для Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека результативность и эффективность контрольно-надзорной деятельности предполагает, прежде всего, снижение рисков загрязнения среды обитания человека и улучшение показателей состоянии здоровья населения [4, 9].

Важным шагом при количественной оценке результатов контрольно-надзорной деятельности явилась разработка и внедрение в практику Роспотребнадзора методических рекомендаций «Расчет фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания» [3], утвержденных главным государственным санитарным врачом 23 октября 2014 г. В данном документе содержится методика оценки заболеваемости и смертности населения, ассоциированной с негативным воздействием факторов среды обитания и предотвращенной в результате контрольно-надзорной деятельности, используемых в качестве критериев конечного результата деятельности службы [1, 7].

При этом показатели деятельности Роспотребнадзора, с точки зрения вклада в достижение стратегических целей, имеют ограничения (предел управления).

Целью исследования являлась разработка индикативных показателей для оценки результативности контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора по критериям сохранения здоровья населения путем обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия.

Исходными данными для расчета индикаторных показателей результативности являются фактические случаи нарушений здоровья (y_j), случаи нарушения здоровья, ассоциированные с негативным действием факторов среды обитания, (Δy_j) и случаи нарушений здоровья, предотвращенные в результате контрольно-надзорной деятельности, ($\Delta\Delta y_j$). В качестве случаев нарушений здоровья рассматривается заболеваемость и смертность населения.

Предел управления состоянием здоровья населения за счет деятельности Роспотребнадзора, направленной на улучшение качества объектов среды обитания, определяется как сумма случаев ассоциированных нарушений здоровья и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности:

$$\Delta y_j^{\lim} = \Delta y_j + \Delta\Delta y_j, \tag{1}$$

где $\Delta y_j^{\lim}$ – предел управления состоянием здоровья; Δy_j – случаи *j*-го нарушения здоровья, ассоциированные с негативным действием факторов среды обитания; $\Delta\Delta y_j$ – случаи *j*-го нарушения здоровья, предотвращенные в результате контрольно-надзорной деятельности.

Предел управления ($\Delta y_j^{\lim}$) характеризует верхнюю оценочную границу показателей нарушения здоровья населения, которые могут быть предотвращены в результате контрольно-надзорных мероприятий в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия.

Определение предела управления позволяет оценить текущую и предельную управляемость показателями здоровья населения в виде безразмерных коэффициентов:

$$\begin{aligned} Ku_j &= \frac{\Delta\Delta y_j}{y + \Delta\Delta y_j}, \\ Ku_j^{\lim} &= \frac{\Delta y_j^{\lim}}{y + \Delta\Delta y_j}, \end{aligned} \tag{2}$$

где Ku_j – коэффициент управляемости *j*-го показателя здоровья населения за счет деятельности Роспотребнадзора, направленной на улучшение качества объектов окружающей среды, $Ku_j^{\lim}$ – предел коэффициента управляемости *j*-го показателя здоровья населения за счет деятельности, направленной на улучшение качества объектов окружающей среды.

Фактически предел управления ($\Delta y_j^{\lim}$) и коэффициент управляемости (Ku_j) отражают возможности службы по достижению целевых показателей здоровья населения. При этом частично эти возможности уже реализованы в виде предотвращенных случаев нарушений здоровья ($\Delta\Delta y_j$). Соотношение между заболеваемостью и смертностью населения, предотвращенных в результате контрольно-

надзорной деятельности, ($\Delta\Delta y_j$) и пределом управления ($\Delta y_j^{\lim}$) отражает коэффициент результативности (Kr_j):

$$Kr_j = \frac{\Delta\Delta y_j}{\Delta y_j^{\lim}}. \quad (3)$$

Так как коэффициент результативности (Kr_j) характеризует долю уже достигнутого результата от максимально возможного, величина $1 - Kr_j$ отражает резерв управления.

Согласно материалам государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году» [8] в 2017 г. в целом по стране с загрязнением атмосферного воздуха, питьевых вод, почв городских и сельских поселений вероятностно связано порядка 65,0 тыс. случаев смертей (44,3 сл./100 000) и около 5,1 млн заболеваний населения всех возрастов (3492,8 сл./100 000). При этом действиями Роспотребнадзора вероятностно предотвращено порядка 48,157 тыс. случаев смерти (32,8 сл./100 000), ассоциированных с неблагоприятным воздействием факторов среды обитания (качество атмосферного воздуха, питьевых вод, почв поселений, физические факторы воздействия); более 7,034 млн случаев заболеваний населения всех возрастов (4791,4 сл./100 000).

В таблице приведены фактические случаи нарушения здоровья, случаи нарушения здоровья, ассоциированные с негативным действием факторов среды обитания, случаи нарушения здоровья, предотвращенные в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора, а также индикаторные показатели результативности контрольно-надзорной деятельности, рассчитанные по формулам (1–3).

Фактические, ассоциированные и предотвращенные случаи нарушения здоровья в Российской Федерации; индикативные показатели результативности контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора в 2017 г.

Показатель	Заболеваемость	Смертность
Фактические случаи нарушений здоровья в 2017 г., сл./100 000 населения	78602,1	1289,3
Ассоциированные случаи нарушений здоровья в 2017 г., сл./100 000 населения	3492,8	44,3
Предотвращенные случаи нарушений здоровья в 2017 г., сл./100 000 населения	4791,4	32,8
Предел управления	8284,2	77,1
Коэффициент управляемости	0,057	0,025
Предел коэффициента управляемости	0,099	0,058
Коэффициент результативности	0,578	0,425
Резерв управления	0,422	0,575

Предел коэффициента управляемости характеризует долю случаев нарушений здоровья, на которую Роспотребнадзор может воздействовать. То есть по оценкам Роспотребнадзор может предотвратить не более 9,9 % случаев заболеваний и 5,8 % случаев смертей. В 2017 г. за счет деятельности Роспотребнадзора было предотвращено 5,7 % случаев заболеваний и 2,5 % смертей. Коэффициент результа-

тивности составляет 57,8 % для смертности и 42,5 % для заболеваемости. В целом в Российской Федерации существуют значительные резервы снижения нарушений здоровья: для заболеваемости – 42,2 %, для смертности – 57,5 %; при этом резервы для снижения смертности населения выше, чем для снижения заболеваемости.

Данные индикативные показатели позволяют оценить результативность контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора, общие резервы для снижения заболеваемости и смертности населения в Российской Федерации за счет контрольно-надзорной деятельности. При этом необходимо отметить, что показатели результативности контрольно-надзорной деятельности могут существенно различаться в зависимости от возрастных групп, классов заболеваний, субъектов РФ. При принятии конкретных управленческих решений необходимо учитывать региональные и возрастные особенности, виды нарушений здоровья, рассчитывать индикативные показатели результативности для каждой рассматриваемой группы.

Список литературы

1. К оценке в регионах эффективности контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора по критериям предотвращенных экономических потерь от смертности и заболеваемости населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания / Д.А. Кирьянов, М.Ю. Цинкер, О.А. Историк, Е.Г. Степанов, Н.Х. Давлетнуров, В.М. Ефремов // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 3. – С. 12–20.

2. Концепция повышения эффективности контрольно-надзорной деятельности органов государственной власти и органов местного самоуправления: проект [Электронный ресурс]. – URL: http://www.vcci.ru/vtpp/adinf/andetail.php?ID=24141 (дата обращения: 20.08.2018).

3. МР 5.1.0095–14. Расчет фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания: методические рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2015. – 60 с.

4. Методические подходы к расчету фактических и предотвращенных медико-демографических и экономических потерь, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания / А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 7. – С. 95–99.

5. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента от 07.05.2018 г. [Электронный ресурс] // Президент России: официальный сайт. 2018. – URL: http://kremlin.ru/events/president/news/57425 (дата обращения: 20.08.18).

6. О совершенствовании результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности федеральных органов исполнительной власти: Проект Указа президента (подготовлен Минэкономразвития России 04.10.2016 [Электронный ресурс]. – URL: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/56592505/ (дата обращения: 20.08.2018).

7. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. – 268 с.

8. Послание Президента Российской Федерации к Федеральному собранию Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: http://kremlin.ru/news/47173 (дата обращения: 20.08.2018).

9. Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И. Окружающая среда и здоровье: приоритеты профилактической медицины // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93, № 5. – С. 5–10.

Исторический опыт формирования информационно-аналитического ресурса в отделе социально-гигиенического мониторинга в Самарской области

Н.М. Цунина, С.В. Архипова

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

Дается описание этапов формирования информационно-аналитического ресурса в историческом аспекте развития системы социально-гигиенического мониторинга с приведением примеров конкретных результатов ее ведения.

Ключевые слова: соцгигмониторинг, информационный ресурс, исторический аспект.

В Постановлении Правительства Российской Федерации № 60 от 02.02.2006 г. «Об утверждении Положения о проведении социально-гигиенического мониторинга», ст. 45 Федерального закона № 52-ФЗ от 30.03.1999 г. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии человека» даются описания понятия социально-гигиенического мониторинга – представляет собой государственную систему наблюдения, анализа, оценки и прогноза состояния здоровья населения и среды обитания человека, а также определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием на него факторов среды обитания человека для принятия мер по устранению вредного воздействия на население факторов среды обитания человека.

Таким образом, ведение СГМ подразумевает формирование информационного ресурса (БД), его обработку, анализ и применение результатов ведения для обоснования профилактических мер, ориентированных на обеспечение благополучия человека.

В историческом аспекте социально-гигиенический мониторинг (СГМ) введен в практику Госсанэпидслужбы постановлением Правительства Российской Федерации № 1146 от 06.10.1994 г. «Об утверждении Положения о социально-гигиеническом мониторинге». На региональном уровне после внедрения в практику Госсанэпидслужбы СГМ его ведение осуществлялось специалистами Центра Госсанэпиднадзора в Самарской области (ЦГСЭН) на функциональной основе. С конца 1999 г. в структуре ЦГСЭН в Самарской области было образовано отделение СГМ и стати-

стики, реорганизованное в 2001 г. в отдел СГМ. В 2003 г. в состав отдела СГМ вошел коллектив работников автоматизированной системы управления, что объяснялось необходимостью повышения эффективности деятельности СГМ по внедрению нового программного обеспечения (ПО), особенно от НПО «Криста» по полному объему программ или по модулям программ, применяемых по уровням (звеньям) организационно-функциональной структуры системы СГМ, стратегия которой со временем становится все более ясной и приближенной по некоторым конкретным направлениям к обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия человека.

В январе 2002 г. на территории Самарской области были выделены «пилотные» территории: города Тольятти и Отрадный, Красноармейский, Сергиевский; Елховский и Кошкинский районы. На протяжении последующих нескольких лет на их примере был проведен анализ медико-демографической ситуации и отработана модель ведения СГМ в городах и районах с разной численностью населения, апробированы адаптированные к региональным условиям методики оценки риска для здоровья. В этот период в отделе СГМ в ЦГСЭН в Самарской области были разработаны пособие для врачей «Определение величины территориального показателя адаптации популяции детей и подростков в системе социально-гигиенического мониторинга» (утв. секц. гигиены уч. совета МЗ РФ, прот. № 614 от 16.10.2002 г.), МР № 11-1/2-09 от 16.01.2003 г. «Многоуровневая функциональная система мероприятий по обеспечению гигиенической безопасности населения промышленного центра» и МР № 11-1/3-09 от 16.01.2003 г. «Функционально-организационная система мероприятий Госсанэпидслужбы при риске развития и в случае возникновения чрезвычайной ситуации в промышленном центре» (утв. зам. гл. государственного сан. врача РФ), где давалось описание практического подхода (с примерами) для определения донозологического состояния популяции (адаптированная праоснова оценки неканцерогенных рисков на местном уровне) и логических систем с целью возможности дальнейшего развития системы СГМ с его БД.

С 2005 по 2011 г. Управлением Роспотребнадзора по Самарской области (далее – Управление) были подписаны 17 соглашений по обмену информацией с федеральными органами исполнительной власти, учреждениями и организациями, участвующими в проведении мониторинга.

Основными задачами деятельности отдела, предусмотренными в многоуровневой системе формирования ведомственной целевой программы (ВЦП «Соцгигмониторинг)», являлись: обеспечение единых методических подходов к организации сбора, обработке, анализу и интерпретации показателей; поддержка Федерального информационного фонда СГМ (ФИФ СГМ), формирование и корректировка структуры регионального информационного фонда СГМ (РИФ СГМ); совершенствование ПО; информационное обеспечение по результатам ведения СГМ и др. При этом была создана платформа баз электронных данных для планирования и прогнозирования деятельности в условиях бюджетирования, ориентированного на конечный результат, и разработки проектов развития мониторинга по отдельным направлениям.

Для ведения СГМ в Управлении все сотрудники отдела СГМ обеспечены персональными компьютерами с выходом в Интернет и установленными программными комплексами, деятельность рабочих станций контролируется в соответствии с требованиями по информационной безопасности. Издан ряд документов, реализация которых позволила усилить качество обеспечения информационной безопасности, повысила оперативность и качество представления услуг, эффективность деятельности отделов, оптимизировала формирование и обеспечение фондов БД.

В настоящее время в деятельность практически всех отделов прочно вошло применение: программных модулей по мониторингу, геоинформационной технологии, медико-статистических расчетов, обработке персональных данных, моделей и программ риск-ориентированных расчетов, в том числе по оценке экономических ущербов и др.

На рис. 1 представлена характеристика формирования информационного ресурса СГМ по пунктам, разделам, указанным в Положении об Управлении Роспотребнадзора по Самарской области в плане организационных мероприятий и в плане основных организационных мероприятий СГМ («каскадный» алгоритм – содержание планов по разделам последовательно раскрывается по вертикали иерархии из Положения об Управлении).

Здесь необходимо отметить следующее. В Плане оргмероприятий Управления реализация приказов проводится по БД в СГМ, разделам «Среда обитания», «Контаминация продовольственного сырья и пищевых продуктов», «Здоровье населения», «Условия труда и профессиональная заболеваемость», «Показатели радиационной безопасности объектов окружающей среды» и др.; администрирование РИФ СГМ включает БД для внесения в программный продукт «ГисИнгео» (динамика среднегодовых и многолетних концентраций приоритетных химических веществ в питьевой воде централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения из мониторинговых точек; в атмосферном воздухе по постам наблюдения; впервые выявленной заболеваемости населения области (классы, нозологии по возрастным группам населения); инвалидизации (по причинам в разрезе возрастных групп населения); демографических показателей).

Информирование органов власти и местного самоуправления проводится в виде подготовки информационно-аналитических докладов: «Оценка влияния факторов среды обитания на здоровье населения», «Анализ динамики бытовых отравлений, в том числе алкоголем, со смертельным исходом», «Анализ динамики наркоманий, хронического алкоголизма и алкогольных психозов». В отделе СГМ ежеквартально принимаются отчеты по выполнению плана лабораторных исследований по среде обитания в рамках государственного задания по каждой из 35 административных территорий области и для формирования РИФ СГМ. В плане оргмероприятий деятельности отдела СГМ Управления изучение влияния среды обитания на здоровье населения осуществляется с помощью применения: 1) методологии оценки риска здоровью населения (канцерогенные и неканцерогенные риски, прогнозы на отдаленное будущее) [1]; 2) методов параметрической и непараметрической статистики (в основном описательная статистика, дисперсионный анализ, *t*-критерий, кластерный анализ, критерий Манна–Уитни, критерий Краскела–Уоллиса, корреляционно-регрессионный анализ, факторный анализ и др.) [2]; 3) подходов к изучению экологически зависимой патологии у населения; 4) алгоритмов – «Практическое применение результатов СГМ» и др.; разъяснение инноваций в системе СГМ, перспектив развития СГМ с учетом региональных особенностей, тем публикаций по результатам ведения СГМ. Публикации результатов ведения СГМ имеются в таких журналах, как «Анализ риска здоровью», «Здоровье населения и среда обитания», «Гигиена и санитария», «Санитарный врач», «Охрана труда и техника безопасности в учреждениях здравоохранения», «Основы безопасности жизнедеятельности» и др. (ежегодно по 3–5 статей), в сборниках научно-практических трудов конференций (2 раза в год), на сайте Управления Роспотребнадзора по Самарской области (по плану ежегодно 24 статьи).

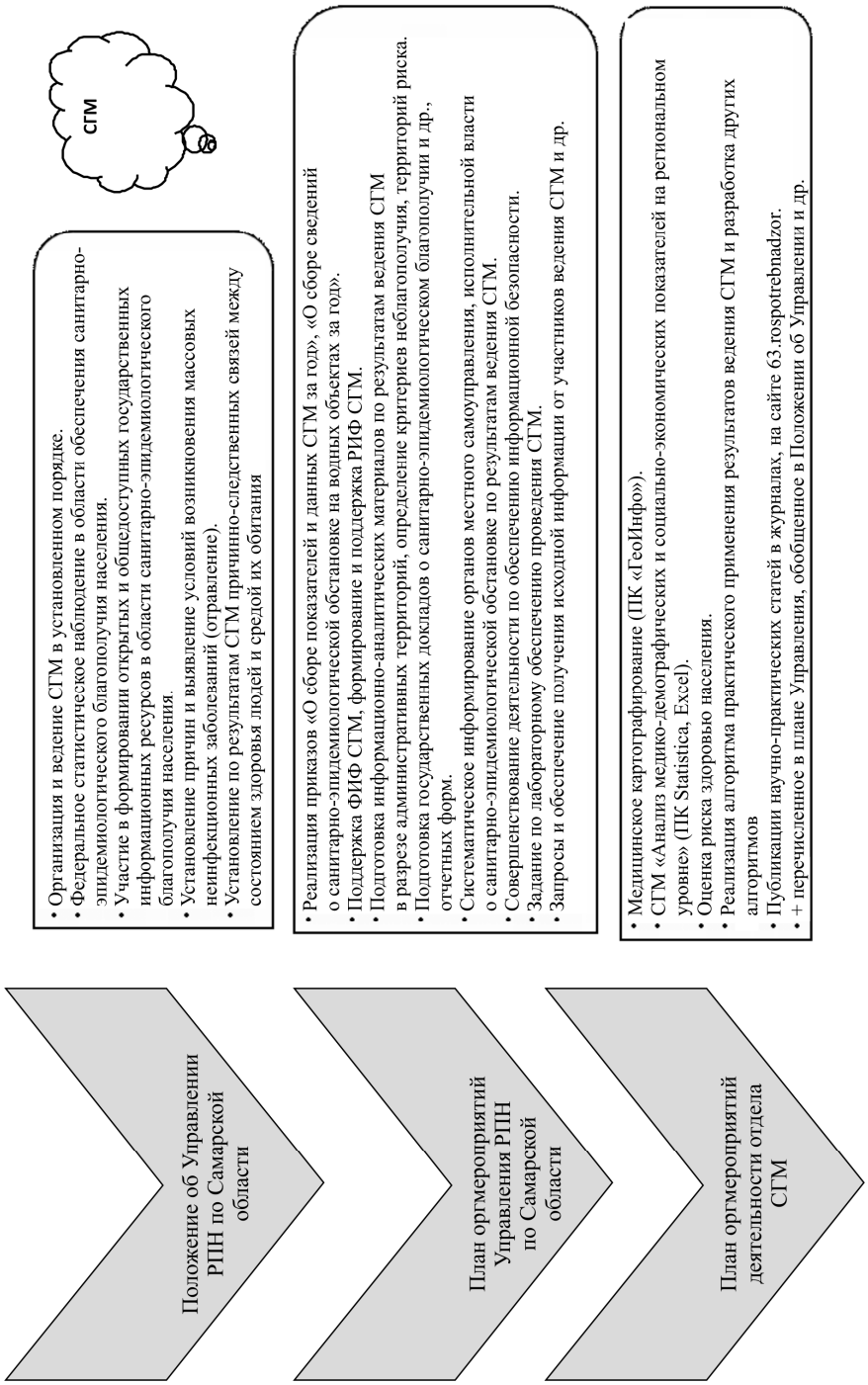


Рис. 1. Характеристика формирования информационного ресурса СГМ по «каскадному» алгоритму «Положение об Управлении Роспотребнадзора» → «План организационных мероприятий Управления Роспотребнадзора» → «План основных мероприятий отдела социально-гигиенического мониторинга Управления Роспотребнадзора по Самарской области» (2015–2017 гг.)

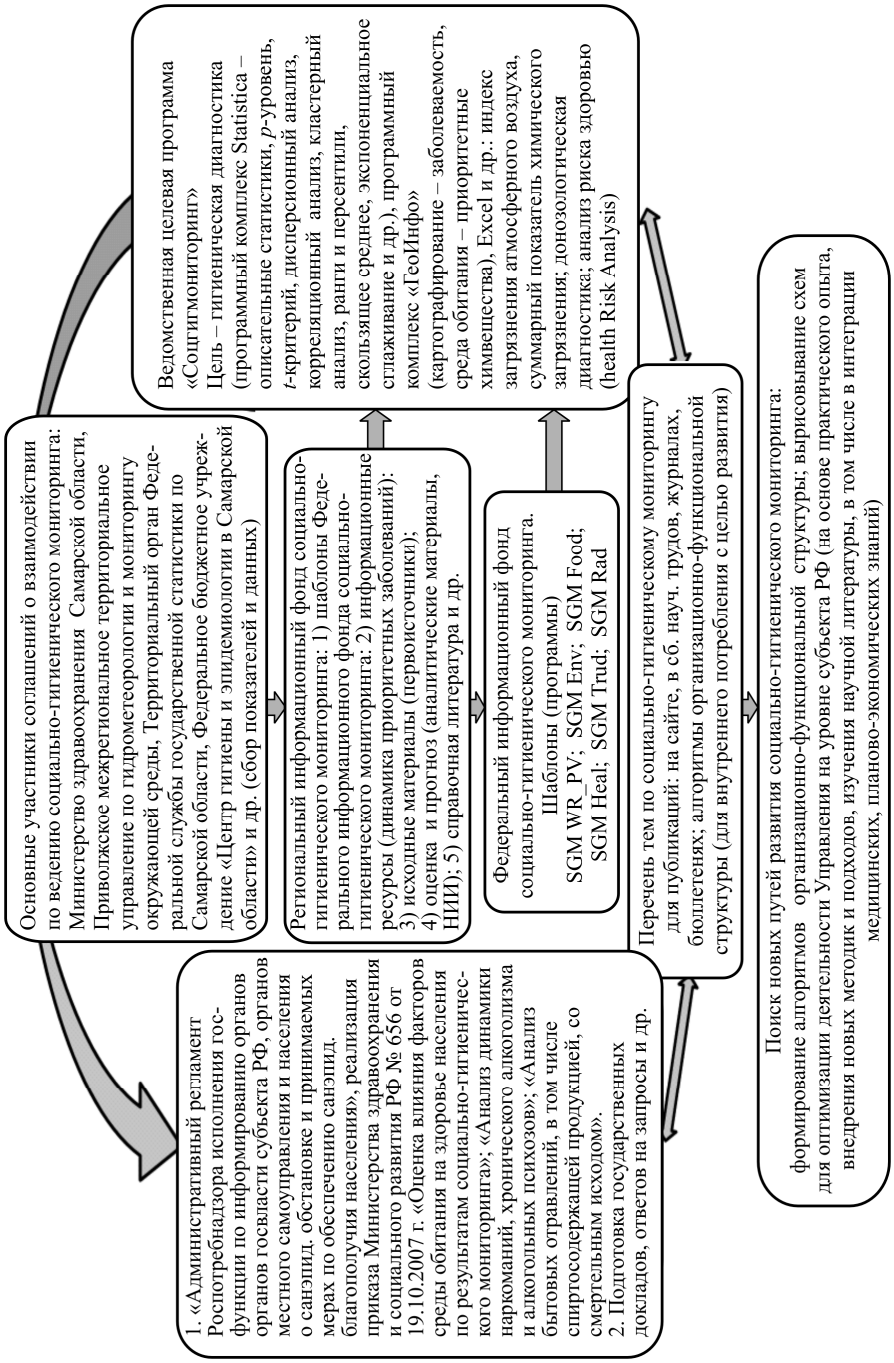


Рис. 2. Алгоритм практического применения результатов СГМ на региональном уровне

Выводы. Реализация предлагаемых перечней основных вопросов по социально-гигиеническому мониторингу, ежегодно планируемых для рассмотрения на Всероссийских научно-практических конференциях от ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью», способствует: развитию гносеологической функции СГМ в систематизации накопленных информационных ресурсов, постепенному переходу на новые программы в работе, отличающиеся интегративным творческим началом в деятельности по соглашениям с организациями-участниками ведения СГМ; повышению эффективности собственной деятельности, вкладываемой в планы Управления, в формирование БД информационных ресурсов, ориентированных на обоснование мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Список литературы

1. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава Росии, 2004. – 143 с.

2. Социально-гигиенический мониторинг. Анализ медико-демографических и социально-экономических показателей на региональном уровне: методические рекомендации / утв. Приказом Роспотребнадзора № 341 от 20.09.2010 г. – М., 2010. – 52 с.

Изучение показателей взаимодействия элементов иммунной и эндокринной системы при комбинированной средовой нагрузке *in vitro*

В.М. Чигвинцев[1,2], О.В. Долгих[1], Е.А. Отавина[1], И.Н. Аликина[1]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
[2]ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
г. Пермь, Россия

Описана методика и результаты экспериментального определения параметров влияния симулятора вирусной нагрузки на синтетическую функцию иммуноцитов в ответ на введение факторов, моделирующих инфекцию в условиях одновременного (сочетанного) воздействия негативных химических факторов среды обитания и эндокринных регуляторов. По результатам проведенного эксперимента выявлена нелинейная зависимость концентрации цитокинов, экспрессируемых иммуноцитами (интерферон-гамма, интерлейкин-8, иммуноглобулин М) от концентрации интерлейкина-1 и симулятора вирусной нагрузки. Полученная зависимость учитывает сочетанное воздействие кортизола и оксида алюминия.

Ключевые слова: математическая модель, идентификация модели, иммунная система, вирусный симулятор, оксид алюминия, кортизол.

Ухудшение состояния среды обитания оказывает негативное влияние на функционирование всего организма человека, в частности, на работу отдельных контуров (иммунный, нервный, эндокринный) и в целом на «иммуно-нейроэндокринную» регуляцию [1, 4, 5]. Для проведения анализа влияния как отдельных факторов, так и любых их сочетаний на индивидуума и популяцию в целом используют различные подходы, в том числе – математическое моделирование. Математические модели прогнозирования, описывающие взаимосвязи между факторами среды обитания и показателями здоровья человека, позволяют проводить оценку последствий, вызванных эффектом накопления функциональных нарушений в органах и системах организма [2]. Одним из важнейших этапов построения математических моделей является разработка и реализация процедуры идентификации параметров взаимодействия элементов систем на основании экспериментальных данных. Необходимо отметить сложность, разветвленность и малоизученность различных механизмов регуляции, что, безусловно, приводит к затруднениям при выполнении идентификации и верификации модели.

Цель данной работы – определение параметров влияния симулятора вирусной нагрузки на синтетическую функцию иммуноцитов в ответ на введение факторов, моделирующих инфекцию в условиях одновременного (сочетанного) воздействия негативных химических факторов среды обитания и эндокринных регуляторов.

Материалы и методы. Эксперимент по определения влияния эндогенных и экзогенных факторов на активность иммунных клеток проведен на базе лабораторного центра ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». Эксперимент выполнен *in vitro* с неразделенной популяцией иммунных клеток – Т-хелперов, NK-клеток, В-клеток и цитотоксическими Т-лимфоцитами, выделенных из образца периферической крови человека с использованием градиента плотности фиколл-верографина.

В качестве действующих факторов рассматривалось влияние управляющих элементов, цитокинов (интерлейкин-1, кортизол) и экзогенных факторов (оксид алюминия, симулятор вирусной нагрузки). Действующие уровни интерлейкина-1, используемые в эксперименте, определялись исходя из данных об изменении концентрации цитокина у здоровых людей. Интервал нормы для интерлейкина-1 составляет 0–10 пг/мл [3]. Используемые концентрации кортизола лежали в пределах физиологических нормативов и составили 300 и 600 нмоль/л. Действующим химическим веществом выбран оксид алюминия. Алюминий и его соединения относятся к распространенным загрязнителям среды обитания. Алюминий вызывает снижение иммунитета путем угнетения функции клеток и подавляет клеточный иммунитет. Анализировалось влияние двух уровней концентрации алюминия – 0,01 и 0,1 мг/л, при предельно допустимых концентрации в воде – 0,2 мг/л. В качестве симулятора вирусной нагрузки использовался универсальный митоген, на основе гемагглютинина и конканавалина в концентрациях 10 и 200 мкг/мл.

Изменение функциональной активности изучаемой популяции клеток оценивалось по продукции различных управляющих цитокинов. В качестве ответов выбирались цитокины, позволяющие характеризовать активность каждого элемента неразделенной популяции клеток, как, например, NK-клетки (CD16/56) и продуцируемые ими интерлейкин-8.

Эксперимент выполнялся на образцах периферической крови, полученных от четырех пациентов, образец крови от каждого пациента разделялся на 17 образцов

(один образец для измерения показателей до воздействия факторов и 16 образцов после воздействия факторов). Количество необходимых опытов определено исходя из необходимости учета влияния управляющих элементов (интерлейкин-1, интерлейкин-2, кортизол) при действии экзогенных факторов (химическое соединение и вирусная нагрузка). 16 опытов является полурепликой полного факторного эксперимента для 5 факторов. Всего было получено 68 образца крови, содержащих популяцию только иммунных клеток, которые в дальнейшем подвергались воздействию факторов в соответствии с планом эксперимента. Спустя три дня после воздействия факторов на пробы, производилось измерение концентрации цитокинов (интерлейкин-8, интерлейкин-10, интерлейкин-17, интерферон-гамма), характеризующих функциональность популяции клеток. Спустя семь суток после внесения в пробу действующих веществ производится анализ иммуноглобулина M (G, A). Промежуток времени перед повторным замером показателей выбирался исходя из времени, необходимого для выработки клетками анализируемых цитокинов после воздействия факторов.

Результаты и их обсуждение. ***Интерферон-гамма*** – специфический белок, образующийся в отдельных клетках (B- и T-лимфоциты, макрофаги, фибробласты) животных организмов, обладает сильно выраженной неспецифической противовирусной активностью благодаря способности включать защитные клеточные механизмы, затрудняющие размножение вирусов. Начальная концентрация интерферона-гамма в образцах крови составила 28,7 пг/мл. В табл. 1 приведено среднее значение интерферона-гамма при различных уровнях воздействия симулятора вирусной нагрузки с учетом индуцированного *in vitro* воздействия кортизола и оксида алюминия. Обнаружено достоверное отличие концентраций интерферона-гамма при низкой концентрации кортизола.

Таблица 1

Сравнение средних значений интерферона-гамма при различных уровнях симулятора вирусной нагрузки с учетом влияния кортизола

Фактор	Симулятор вирусной нагрузки (10 мкг/мл), $M \pm m$	Симулятор вирусной нагрузки (200 мкг/мл), $M \pm m$	Достоверность различий (p)
Кортизол (300 нмоль/л)	93,06 ± 47,31	35,21 ± 15,11	0,019
Кортизол (600 нмоль/л)	51,34 ± 30,24	48,38 ± 25,43	0,874

Уравнение зависимости записывается в следующем виде, исходя из наилучшего описания исследуемых процессов. Параметры уравнения идентифицированы с помощью метода наименьших квадратов (ПО Statistica 6.0):

$$y = 84,35 - 0,001x_1\left(x_2 - 139,9\right), \qquad (1)$$

где y – концентрация интерферона-гамма, пг/мл;

x_1 – концентрация симулятора вирусной нагрузки, мкг/мл;

x_2 – концентрация кортизола, нмоль/л.

Для проверки адекватности модели экспериментальным данным проводился дисперсионный анализ (R^2 = 0,336 и p = 0,000). Оценка параметров модели и проведение дисперсионного анализа дают основание утверждать о наличии сочетанного и изолированного влияния симулятора вирусной нагрузки и кортизола на изменение концентрации интерферона-гамма.

Интерлейкин-8 отражает синтетическую функцию NK-клеток. Свойства интерлекина-8 вызывают миграцию клеток и способствуют их адгезии, определяют его как активного участника острой воспалительной реакции в местах проникновения патогена. Начальная концентрация интерлекина-8 в образцах крови составила 0,357 пг/мл. В табл. 2 приведено среднее значение интерлейкина-8 при различных уровнях воздействия симулятора вирусной нагрузки с учетом влияния оксида алюминия. Необходимо отметить достоверное различие средних концентраций интерлейкина-8 при высоких концентрациях оксида алюминия. При этом высокая концентрация рассматриваемых в работе экзогенных факторов усиливает взаимовлияние на экспрессию интерлейкина-8.

Таблица 2

Сравнение средних значений интерлейкина-8 при различных уровнях симулятора вирусной нагрузки с учетом влияния оксида алюминия

Фактор	Симулятор вирусной нагрузки (10 мкг/мл), $M \pm m$	Симулятор вирусной нагрузки (200 мкг/мл), $M \pm m$	Достоверность различий (p)
Оксид алюминия (0,01 мг/л)	114,31 ± 6,28	114,01 ± 8,97	0,955
Оксид алюминия (0,1 мг/л)	111,56 ± 6,43	96,32 ± 13,33	0,036

Исходя из характера действия факторов, зависимость может быть записана в приведенном ниже виде. С помощью метода наименьших квадратов (ПО Statistica 6.0) идентифицированы параметры модели.

$$y = 128{,}1 - 0{,}0004x_1\left(26{,}1x_2 - 0{,}23\right), \qquad (2)$$

где y – концентрация интерлейкина-8, пг/мл;

x_1 – концентрация симулятора вирусной нагрузки, мкг/мл;

x_2 – концентрация оксида алюминия, мг/л.

Для проверки адекватности модели экспериментальным данным выполнен дисперсионный анализ (R^2 = 0,216 и p = 0,000). Оценка параметров модели и проведение дисперсионного анализа дают основание утверждать наличие влияния симулятора вирусной нагрузки и оксида алюминия на изменение концентрации интерлейкина-8. В результате определена нелинейная связь между концентрацией интерлейкина-8 и симулятора вирусной нагрузки, при этом эту связь усиливают повышенные концентрации оксида алюминия.

Иммуноглобулин М (IgM) – относится к наиболее ранним антителам которые вырабатываются в процессе гуморального иммунного ответа. IgM наиболее эффективно связываются с комплементом (для запуска этого механизма достаточно связывания антигена всего лишь одной молекулой IgM), вызывают агглютинацию бактерий, нейтрализацию вирусов. Начальная концентрация IgM в образцах крови составила 0,018 пг/мл. В табл. 3 приведено среднее значение IgM при различных уровнях воздействия интерлейкина-1 с учетом влияния кортизола и оксида алюминия. При изучении влияния указанных факторов на концентрацию IgM было выявлено достоверное различие по средним при низких концентрациях кортизола и оксида алюминия. При низких концентрациях воздействующих факторов усиливается угнетающая функция интерлейкина-1 в отношении IgM.

Таблица 3

Сравнение средних значений IgM при различных уровнях интерлейкина-1 с учетом влияния кортизола и оксида алюминия

Фактор	Интерлейкин-1 (10 пг/мл), $M \pm m$	Интерлейкин-1 (100 пг/мл), $M \pm m$	Достоверность различий (p)
Кортизол (300 нмоль/л)	0,0179 ± 0,0019	0,0226 ± 0,0037	0,023
Кортизол (600 нмоль/л)	0,018 ± 0,0021	0,0205 ± 0,0031	0,153
Оксид алюминия (0,01 мг/л)	0,0184 ± 0,002	0,0222 ± 0,0033	0,044
Оксид алюминия (0,1 мг/л)	0,0175 ± 0,002	0,0208 ± 0,0035	0,089

Основываясь на полученных данных и исходя из выбора наилучшего приближения, функция влияния интерлейкина-1 может быть записана в следующем виде:

$$y = 0,0166 + 0,0465x_1\left(\frac{1}{8,791+5,637x_2}\right)\left(\frac{1}{5,282+0,745x_3}\right), \qquad (3)$$

где y – концентрация IgM, пг/мл;

x_1 – концентрация интерлейкина-1, пг/мл;

x_2 – концентрация кортизола, нмоль/л;

x_3 – концентрация оксида алюминия, мг/л.

Параметры зависимости идентифицированы с помощью метода наименьших квадратов (ПО Statistica 6.0). Для проверки адекватности модели экспериментальным данным проводился дисперсионный анализ ($R^2 = 0,317$ и $p = 0,000$). Оценка параметров модели и результаты дисперсионного анализа дают основание утверждать наличие влияния интерлейкина-1, кортизола, оксида алюминия на изменение концентрации IgM.

Выводы. В ходе выполнения работы выполнено планирование и реализация эксперимента по идентификации параметров сочетанного влияния биологических и химических, эндогенных и экзогенных факторов на функцию иммуноцитов. В результате проведенного эксперимента установлено, что на изменение концентрации интерферона-гамма влияет симулятор вирусной нагрузки, при этом эту нелинейную связь усиливают пониженные концентрации кортизола и оксида алюминия. Определена нелинейная связь между концентрацией интерлейкина-8 и симулятора вирусной нагрузки, при этом эту связь усиливают повышенные концентрации оксида алюминия. Продукция иммуноглобулина М индуцируется интерлейкином-1, эта связь усиливается при низких концентрациях кортизола и оксида алюминия и имеет нелинейный характер. В дальнейшем для уточнения полученных зависимостей планируется расширить спектр воздействующих факторов и повысить репрезентативность выборки.

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. Математическая модель для описания регуляции противовирусного иммунного ответа с учетом функциональных нарушений в организме человека /

П.В. Трусов, Н.В. Зайцева, В.М. Чигвинцев, Д.В. Ланин // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 4. – С. 117–128.

3. Цитокиновый статус доноров крови и ее компонентов / Г.А. Зайцева, О.А. Вершинина, О.И. Матрохина, Е.А. Сенькина, М.В. Карпова // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 3. – С. 61–65.

4. Environmental xenobiotics and nuclear receptors: Interactions, effects and *in vitro* assessment / J. Janosek, K. Hilscherova, L. Blaha, I. Holoubek // Toxicol. *in vitro*. – 2006. – Vol. 20. – P. 18–37.

5. Pabello N.G., Lawrence D.A. Neuroimmunotoxicology: Modulation of neuroimmune networks by toxicants // Clin. Neurosci. Res. – 2006. – Vol. 6. – P. 69–85.

Опыт формирования информационного ресурса качества и безопасности пищевых продуктов в Курской области

С.И. Шумаков[2], М.Л. Ковальчук[2], О.Д. Климушин[1], М.Г. Логачева[2]

[1]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Курской области,
[2]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Курской области»,
г. Курск, Россия

На территории Курской области создан региональный информационный ресурс качества и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. Формируемая автоматизированная база данных включает в себя результаты исследований продуктов питания лабораториями ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Курской области», Управления Россельхознадзора по Орловской и Курской областям, Управления ветеринарии Курской области. Результаты формирования информационного ресурса качества и безопасности продуктов питания включены в региональный информационный фонд данных социально-гигиенического мониторинга.

Ключевые слова: информационный ресурс, безопасность пищевых продуктов.

Безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов является приоритетной проблемой, актуальность которой увеличивается с каждым годом. В соответствии с Федеральным законом № 29-ФЗ от 2 января 2000 г. «О качестве и безопасности пищевых продуктов» безопасность пищевых продуктов – это состояние обоснованной уверенности в том, что пищевые продукты при обычных условиях их использования не являются вредными и не представляют опасности для здоровья нынешнего и будущих поколений.

В целях формирования областной подсистемы мониторинга качества, безопасности пищевых продуктов и здоровья населения Курской области принято по-

становление губернатора Курской области № 267-пг от 23.06.2010 г. «Об организации проведения мониторинга качества, безопасности пищевых продуктов и здоровья населения Курской области». Осуществляет и координирует деятельность по созданию и ведению областной подсистемы мониторинга Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Курской области.

Базой формирования автоматизированной системы мониторинга качества, безопасности пищевых продуктов и здоровья населения Курской области принят ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Курской области».

Согласно постановлению губернатора Курской области № 267-пг от 23.06.2010 г. «Об организации проведения мониторинга качества, безопасности пищевых продуктов и здоровья населения Курской области» в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Курской области» проводятся лабораторные исследования пищевой продукции и продовольственного сырья на показатели качества и безопасности, а именно по микробиологическим, паразитологическим показателям, показателям радиационной безопасности, на содержание генетически модифицированных организмов, токсичных элементов, пестицидов, нитратов. Производится сбор данных об аналогичных показателях пищевых продуктов из филиалов ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Курской области» в районах области. По результатам лабораторных исследований ежемесячно формируется автоматизированная база данных мониторинга пищевых продуктов по расширенному перечню. Обобщенная ежемесячная информация направляется в Управление Роспотребнадзора по Курской области.

Для автоматизации обработки данных заключено трехстороннее соглашение о творческом сотрудничестве Управления Роспотребнадзора по Курской области, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Курской области» и Юго-Западного государственного университета. Ведение автоматизированной базы данных осуществляется с помощью разработанного специалистами Юго-Западного государственного университета программного продукта для сбора, аналитической обработки и оценки данных по блоку «Мониторинг качества и безопасности пищевых продуктов питания». Данный программный продукт внедрен в практику работы организаций – участников выполнения постановления губернатора Курской области № 267-пг от 23.06.2010 г.

На сегодняшний день в работу вовлечены испытательные лабораторные центры, анализирующие основной объем пищевой продукции и продуктов питания на территории Курской области: ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Курской области», Управление Россельхознадзора по Орловской и Курской областям, Управление ветеринарии Курской области.

Результаты исследований базы данных вносятся непосредственно по месту нахождения организациями-участниками мониторинга качества и безопасности продуктов питания.

На базе ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Курской области» за 7 месяцев 2018 г. в информационный ресурс внесено 32 260 результатов исследований проб пищевой продукции и продуктов питания. При этом используются результаты исследований проб пищевых проб продуктов, проводимых в рамках надзора, производственного контроля и по заявлениям.

Структура нестандартных проб в информационном ресурсе социально-гигиенического мониторинга, формируемом ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Курской области» по результатам собственных исследований, представлена ниже.

Из 209 неудовлетворительных исследований 131 (62,7 %) было получено по микробиологический показателям, 78 исследований (37,3 %) не соответствовали требованиям нормативов по санитарно-химическим показателям.

В структуре нестандартных проб по микробиологический показателям наибольший удельный вес занимают исследования, не отвечающие нормативам по содержанию бактерий группы кишечной палочки (БГКП), – 75,9 %, 16,8 % – по количеству мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), 7 исследованных проб (5,3 %) содержали золотистый стафилококк, 2,3 % – дрожжи и плесень. 68 неудовлетворительных результатов исследований по содержанию БГКП были обнаружены в готовой продукции (готовые блюда и кулинарные изделия) – 68,7 % от общего числа неудовлетворительных исследований по данному показателю, 19,2 % неудовлетворительных исследований обнаружены в группе «Молоко и молочная продукция»; на рыбу и рыбную продукцию приходится 6,1 % неудовлетворительных результатов; на мясо и мясную продукцию – 4,0 %; на группы «Плодоовощная продукция» и «Сахар и сахаристые изделия» приходится по 1,0 % нестандартных результатов исследований.

22 неудовлетворительных результата исследований были отмечены по КМАФАнМ, из них 13 – в готовой продукции (59,1 %), 4 – в мясе и мясной продукции (18,2 %), 2 неудовлетворительных результата по КМАФАнМ (9,1 %) отмечены в молочной продукции и по 4,6 % у в группах: «Напитки», «Рыба и рыбная продукция», «Сахар и сахаристые изделия» (по одному несоответствующему результату исследований).

Среди неудовлетворительных исследований по содержанию стафилококков 57,1 % исследований обнаружены в рыбе и рыбной продукции (4 пробы), 28,6 % – в готовой продукции (2 пробы) и 14,3 % – в молоке и молочной продукции (одна проба).

Три неудовлетворительных исследования были отмечены по содержанию дрожжей и плесени, из них два исследования (66,7 %) в масле сливочном и одно – в плодоовощной продукции (33,3 %).

На долю нестандартных по содержанию нитратов исследований приходится 25,4 % результатов (от общего количества неудовлетворительных результатов по химическим показателям, внесенных в базу данных за 7 месяцев 2018 г.), несоответствующие результаты получены при исследовании плодоовощной продукции.

Не соответствовали требованиям нормативам по содержанию бенз(а)пирена 27 результатов исследований пищевой продукции (30,8 % от числа неудовлетворительных результатов по химическим показателям, внесенных в базу за 7 месяцев 2018 г.). При этом на долю копченой рыбной продукции приходится 25,9 % нестандартных по бенз(а)пирену исследований, колбасных изделий (варено-копченых, полукопченых) – 22,2 %, масла растительного – 14,8 %, копченых изделий из мяса птицы, мяса животных (говядина, свинина) – по 11,1 %. Также отмечены случаи несоответствия по содержанию бенз(а)пирена зерновой продукции (овес), сыра – по 7,4 %.

Кроме того, отмечены нестандартные пробы по содержанию антибиотиков тетрациклиновой группы (7,0 % от числа неудовлетворительных результатов по химическим показателям) в колбасе (одна проба), молоке и пельменях мясных (по 2 пробы).

Превышение гигиенических нормативов содержания железа в масле подсолнечном (3 пробы) и рапсовом (одна проба), содержания меди в масле подсолнечном (4 пробы) составило по 5,6 % в структуре неудовлетворительных результатов.

Оставшиеся несоответствующие исследования в структуре формируемого информационного ресурса по санитарно-химическим показателям включают в себя превышение нормативов по следующим ингредиентам: 5-оксифурфурол, содержание кальция, другие единичные неудовлетворительные результаты.

Результаты исследований пищевой продукции лабораториями ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Курской области», Управления Россельхознадзора по Орловской и Курской областям, Управления ветеринарии Курской области, внесенные в автоматизированные базы данных, ежегодно обобщаются и анализируются Управлением Роспотребнадзора по Курской области.

Информационных ресурс используется Управлением Роспотребнадзора по Курской области для определения групп риска пищевой продукции по месту их происхождения, группам продукции, а также других критериев.

По результатам 2017 г. лабораториями ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Курской области», Управления Россельхознадзора по Орловской и Курской областям, Управления ветеринарии Курской области исследовано на 10,2 % проб пищевой продукции больше, чем в 2016 г., из них 85,1 % приходится на продукцию местных производителей, 13,4 % – на отечественную продукцию и 1,4 % – на импортную. По сравнению с аналогичным периодом 2016 г. вырос удельный вес исследований местной продукции с 84,3 до 85,1 %, снизился удельный вес исследований отечественной продукции с 14,3 до 13,4 % и удельный вес исследований импортной продукции остался на уровне 1,4 %.

Всего организациями-участниками мониторинга качества и безопасности продуктов питания в рамках реализации постановления губернатора Курской области № 267-пг от 23.06.2010 г. выявлено 4,1 % неудовлетворительных проб (на 7,4 % больше, чем в 2016 г.), что составляет от общего числа исследованных проб (удельный вес несоответствующих проб от числа отобранных на санитарно-химические и микробиологические показатели составляет соответственно 0,4 и 4,9 %). Среди импортной продукции на долю неудовлетворительных проб приходится 27,5 % (удельный вес несоответствующих проб от числа отобранных на микробиологические показатели составляет 30,8 %), среди отечественной – 4,9 % (удельный вес несоответствующих проб от числа отобранных на санитарно-химические и микробиологические показатели составляет соответственно 0,9 и 4 %), среди местной – 3,6 % (удельный вес несоответствующих проб от числа отобранных на санитарно-химические и микробиологические показатели составляет соответственно 0,3 и 4,8 %).

Наибольший процент неудовлетворительных проб, от числа исследованных в рамках мониторинга качества и безопасности пищевой продукции наблюдается в категории «Мукомольно-крупяные изделия» – 16,9 %, «Масложировая продукция» – 12 %, «Мясо и мясопродукты» – 6 %.

Среди продукции местных производителей наибольший процент неудовлетворительных проб от числа исследованных в соответствующей категории наблюдается в категории «Масложировая продукция» – 12,0 %, «Мукомольно-крупяные изделия» – 14,1 %, «Продукты для питания детей раннего возраста» – 5,6 %, «Мясо и мясопродукты» – 5,2 %, «Рыба, нерыбные продукты промысла и продукты, вырабатываемые из них» – 5,0 %.

При исследовании отечественной продукции неудовлетворительные пробы, от числа исследованных в соответствующей категории выявлены в категории «Мукомольно-крупяные изделия» – 18,6 %, «Масложировая продукция» – 10,0 %, «Молоко и молочные продукты» – 6,4 %, «Рыба, нерыбные продукты промысла и продукты, вырабатываемые из них» – 5,0 %.

Среди импортной продукции из всех категорий продуктов неудовлетворительные пробы выявлены в категории «Мясо и мясопродукты» – 53,3 %, «Рыба, нерыбные продукты промысла и продукты, вырабатываемые из них» – 33,3 %, «Молоко и молочные продукты» – 27,7 %.

Результаты мониторинга качества и безопасности пищевых продуктов размещаются в локальной сети Управления Роспотребнадзора для использования заинтересованными специалистами оперативного звена при проведении надзорных мероприятий, для информирования органов власти и широких слоев населения через веб-сайт Управления Роспотребнадзора по Курской области.

Таким образом, на территории Курской области в рамках социально-гигиенического мониторинга сформирован информационный ресурс качества и безопасности пищевых продуктов, открывающий широкие возможности для использования.

Авторский указатель

Аброськина Н.В. 32
Агапитов Д.С. 16
Алешкин В.А. 262
Аликина И.Н. 185, 245, 297, 375
Анатольева Н.С. 197
Андреева И.С. 62
Андришунас А.М. 106, 303, 318
Антипова А.Ю. 7
Архангельская И.В. 45
Архипова С.В. 370
Афанасьев С.С. 262
Баженов И.Л. 163
Бакирова М.А. 95
Батагоева З.Ж. 95
Бебенина Л.А. 11
Белан Б.Д. 62
Белышева Л.Л. 124
Билалова Р.Г. 89
Бичурина М.А. 7
Благодарева М.С. 308
Бондарев В.А. 99
Бородков Д.А. 314
Буряк Г.А. 62
Быкова Е.В. 89
Быкыбаева С.А. 95
Валина С.Л. 170
Васильев В.В. 141
Васильев Е.В. 141
Вдовина Н.А. 185
Власова Е.М. 202
Волкова М.В. 189
Вольдшмидт Н.Б. 163
Воронин С.В. 21
Габдуллина А.Р. 194
Галимов Ш.Н. 355
Галимуллина И.Р. 128
Гималетдинов Э.Г. 147
Глухих М.В. 27, 103
Гнусарева О.А. 16
Гогадзе Н.В. 150
Голованова Е.А. 99
Губарева Т.И. 78
Гусельников М.А. 245
Двинина Ю.С. 62
Дворянов В.В. 220, 222
Дианова Д.Г. 283
Дмитриев А.П. 141
Долгих О.В. 167, 185, 245, 271, 275, 283, 297, 375
Драгомерецкая А. Г. 11, 85
Ежова М.И. 45
Железнова Н.В. 7
Загороднов С.Ю. 318
Зайцев А.А. 16
Занина М.Я. 160
Захаров С.А. 197
Зеленкин С.Е. 106, 249
Землянова М.А. 209, 215
Зенина М.Т. 154, 202
Зорина А.С. 323
Зубарева О.В. 32
Зулькарнаев Т.Р. 355
Ивашинникова С.В. 21
Игнатов М.Н. 209, 215
Игнатова А.М. 209, 215
Изикаев В.М. 147
Казакова О.А. 271
Камалтдинов М.Р. 328
Карнажицкая Т.Д. 323
Катунина А.С. 78
Клейн А.Д. 27
Климушин О.Д. 380
Князев Д.К. 32
Ковалев Е.В. 160
Ковальчук М.Л. 380
Ковшов А.А. 332
Кокоулина А.А. 37
Колесник О.Ю. 160
Кольдибекова Ю.В. 256
Кондрова Н.С. 355
Корнилков А.С. 308
Корочкина Ю.В. 141
Котенев Е.С. 16
Кошурников Д.Н. 340
Кривцов А.В. 271
Кругликов В.Д. 45
Кудрявцева Л.Г. 163
Кузнецов А.С. 222
Куликов С.Н. 292
Курашвили О.М. 160
Курбатова Е.М. 45
Курганова О.П. 11
Ла А.Ю. 78
Лаврентьева И.Н. 7
Ланин Д.В. 283
Лахтин В.М. 262
Лахтин М.В. 262
Левченко Д.А. 45
Логачева М.Г. 380
Мазунина А.А. 167, 271, 275
Май И.В. 303
Максимова Е.В. 303, 340
Меньшикова Е.А. 45
Механтьев И.И. 56

Мжельская Т.В. 85
Митусова В.Е. 56
Мухаметгалеева А.В. 361
Нахичеванская Н.В. 99
Недошитова А.В. 189
Некрасова М.М. 226
Ненахов И.Г. 56
Никифорова Н.В. 106
Никишов О.Н. 7
Никоношина Н.А. 275
Новикова Ю.А. 114
Новоселова С.А. 99
Носов А.Е. 235
Обухова Л.В. 128
Овсянникова Л.Б. 147
Овчинникова Е.И. 163
Осауленко Л.Н. 345
Осауленко Ю.Н. 345
Осипова Е.М. 222
Остапович В.В. 16
Отавина Е.А. 283, 375
Охлопкова О.В. 62
Панин С.В. 70
Панкратова О.Н. 76, 361
Патяшина М.А. 76
Пащенко И.Г. 78
Перевалов А.Я. 103
Перекусихин М.В. 141
Перепелица А.А. 11
Пескова Е.В. 280
Пиль Н.Е. 350
Полянских Е.И. 124
Пучкова Л.И. 62
Резникова И.К. 62
Ренгач М.В. 45
Романенко С.П. 119
Романова А.П. 85
Рябинина Т.В. 141
Рябова Ю.В. 194
Савельев С.И. 99
Сагакянц М.М. 45
Сагинбаев У.Р. 355
Сазонов А.В. 16
Сафатов А.С. 62
Сергевнин В.И. 163
Симоненков Д.В. 62
Скворцов С.А. 220, 222
Смирнова М.И. 361
Соловьянова Н.А. 62
Старкова К.Г. 283
Степанков М.С. 286
Степанов Е.Г. 147
Степанова Н.С. 128
Суворов Д.В. 357
Судакова Е.В. 220, 222
Суханов М.А. 314
Таракова Г.А. 95
Теплякова Т.В. 62
Титова А.А. 76, 89, 361
Титова С.В. 45
Тихонова Н.А. 332
Трофимова М.В. 361
Троценко О.Е. 11, 85
Турчанинов Д.В. 150
Уланова Т.С. 189
Федоров В.Н. 114
Фёдорова Т.А. 124
Федотова И.В. 226
Филатченкова Е.В. 124
Фокин В.А. 126
Фомина С.Ф. 128
Хайруллин Р.З. 292
Хамитова И.В. 7
Цинкер М.Ю. 366
Цунина Н.М. 370
Челакова Ю.А. 167, 185, 297
Черникова Е.Ф. 226
Чигвинцев В.М. 297, 350, 375
Штина И.Е. 154, 170
Шумаков С.И. 380
Щербаков А.А. 235
Юрк Д.Е. 119
Ямбулатов А.М. 176

Содержание

Раздел I. Санитарно-гигиенические и медико-демографические проблемы регионов на современном этапе

А.Ю. Антипова, И.В. Хамитова, О.Н. Никишов, Н.В. Железнова, М.А. Бичурина, И.Н. Лаврентьева
Частота встречаемости маркеров парвовирусной В19-инфекции у разных групп населения Северо-Западного федерального округа 7

Л.А. Бебенина, А.Г. Драгомерецкая, О.Е. Троценко, О.П. Курганова, А.А. Перепелица
Эпизоотологическая характеристика очагов клонорхоза на территории Бурейского района Амурской области 11

О.А. Гнусарева, А.А. Зайцев, Д.С. Агапитов, А.В. Сазонов, В.В. Остапович, Е.С. Котенев
Анализ эпидемиологических типов заболевания людей туляремией в природном очаге степного типа на территории Ставропольского края при эпидемических проявлениях различной интенсивности (2003–2017 гг.) 16

С.В. Ивашинникова, С.В. Воронин
Эпидемиологический мониторинг врожденных пороков развития и хромосомной патологии в Приморском крае 21

А.Д. Клейн, М.В. Глухих
Демографическая динамика Пермского региона и ее оценка 27

Д.К. Князев, О.В. Зубарева, Н.В. Аброськина
Мониторинг воздействий автотранспорта в крупном городе (на примере Волгограда) 32

А.А. Кокоулина
Эколого-гигиенические аспекты оценки качества жизни населения урбанизированной территории 37

Е.А. Меньшикова, Д.А. Левченко, Е.М. Курбатова, И.В. Архангельская, М.М. Сагакянц, М.И. Ежова, М.В. Ренгач, В.Д. Кругликов, С.В. Титова
Сезонные изменения видового состава микробиоценоза поверхностных водоемов г. Ростова-на-Дону 45

В.Е. Митусова, И.Г. Ненахов, И.И. Механтьев
Гигиеническая оценка факторов риска здоровью детей, обусловленных техногенным загрязнением атмосферного воздуха 56

О.В. Охлопкова, А.С. Сафатов, И.С. Андреева, И.К. Резникова, Т.В. Теплякова, Г.А. Буряк, Н.А. Соловьянова, Л.И. Пучкова, Д.В. Симоненков, Б.Д. Белан, Ю.С. Двинина
Оценка потенциальной опасности для человека жизнеспособных бактерий, обнаруженных в пробах атмосферного воздуха в Западносибирском регионе 62

С.В. Панин
Региональные особенности факторов среды обитания и их вклад
в формирование показателей здоровья (на примере г.Череповца).....70

М.А. Патяшина, А.А. Титова, О.Н. Панкратова
Особенности водоснабжения на территории Республики Татарстан
по данным социально-гигиенического мониторинга 76

И.Г. Пащенко, Т.И. Губарева, А.Ю. Ла, А.С. Катунина
Оценка качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения
по результатам социально-гигиенического мониторинга в Алтайском крае.....78

А.П. Романова, А. Г. Драгомерецкая, Т.В. Мжельская, О.Е. Троценко
Инфицированность иксодовых клещей возбудителями гранулоцитарного
анаплазмоза и моноцитарного эрлихиоза человека в Хабаровском крае
в период наблюдения 2017–2018 гг.....85

А.А. Титова, Р.Г. Билалова, Е.В. Быкова
Ведение токсикологического мониторинга на территории Республики Татарстан
с целью формирования здорового общества.....89

**Раздел II. Оценка и управление рисками здоровью населения
при воздействии факторов внешней среды**

М.А. Бакирова, Г.А. Таракова, С.А. Быкыбаева, З.Ж. Батагоева
Трансизомеры жирных кислот в тортах и чипсах.....95

В.А. Бондарев, С.И. Савельев, Е.А. Голованова
С.А. Новоселова, Н.В. Нахичеванская
Обеспечение безопасности пищевой продукции на основе оценки риска здоровью.....99

М.В. Глухих, А.Я. Перевалов
Гигиеническая оценка режима питания студентов-медиков.....103

Н.В. Никифорова, А.М. Андришунас, С.Е. Зеленкин
Фталаты в непищевой продукции: источники, уровни содержания, экспозиция
потребителей 106

Ю.А. Новикова, В.Н. Федоров
Использование методологии оценки риска здоровью населения для оценки
эффективности систем водоподготовки и обоснования целевых программ.....114

С.П. Романенко, Д.Е. Юрк
Питание и факторы риска 119

Е.В. Филатченкова, Т.А. Фёдорова, Е.И. Полянских, Л.Л. Белышева
Контроль содержания синтетических красителей в пищевой продукции
в Республике Беларусь.....124

В.А. Фокин
Оценка вероятности контакта с сальмонеллами, резистентными к фторхинолонам, при употреблении приоритетных продуктов питания 126

С.Ф. Фомина, Н.С. Степанова, И.Р. Галимуллина, Л.В. Обухова
Оценка риска поступления химических веществ с рационом питания взрослого и детского населения г. Казани 128

Раздел III. Оценка и управление рисками здоровью детей и подростков

В.В. Васильев, М.В. Перекусихин, Т.В. Рябинина, А.П. Дмитриев, Ю.В. Корочкина, Е.В. Васильев
Оценка риска здоровью детей и подростков в контексте обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия обучающихся 141

Э.Г. Гималетдинов, Л.Б. Овсянникова, Е.Г. Степанов, В.М. Изикаев
Некоторые аспекты состояния здоровья обучающихся в сельских образовательных учреждениях среднего профессионального образования 147

Н.В. Гогадзе, Д.В. Турчанинов
Профилактика алиментарно-зависимых болезней населения в условиях северного региона 150

М.Т. Зенина, И.Е. Штина
Сравнительная характеристика морфофункционального состояния щитовидной железы у учащихся образовательных учреждений с различной учебной нагрузкой 154

Е.В. Ковалев, О.М. Курашвили, О.Ю. Колесник, М.Я. Занина
Состояние здоровья детского населения Ростовской области и факторы, его формирующие 160

Е.И. Овчинникова, Н.Б. Вольдшмидт, И.Л. Баженов, Л.Г. Кудрявцева, В.И. Сергевнин
Вспышка кишечного стафилококкоза среди учащихся начальной образовательной школы 163

Ю.А. Челакова, О.В. Долгих, А.А. Мазунина
Состояние иммунологического здоровья детей с патологией дыхательной системы, проживающих в условиях аэрогенной экспозиции алюминием 167

И.Е. Штина, С.Л. Валина
Влияние стереотипов пищевого поведения на фактическое питание младших школьников 170

А.М. Ямбулатов
Анализ показателей белкового, углеводного, минерального и энергетического обменов у детей с различной обеспеченностью витаминами 176

Раздел IV. Современные аспекты и анализ риска в медицине труда

И.Н. Аликина, Ю.А. Челакова, О.В. Долгих, Н.А. Вдовина
Особенности иммунологических показателей у работников, занятых на предприятии по добыче и переработке хромовой руды 185

М.В. Волкова, А.В. Недошитова,
научный руководитель – Т.С. Уланова
Методические и практические аспекты разработки методики определения ниобия и тантала в воздухе рабочей зоны....189

А.Р. Габдуллина, Ю.В. Рябова
Распространенность синдрома хронической усталости среди работников промышленных предприятий....194

С.А. Захаров, Н.С. Анатольева
Гигиеническая оценка факторов профессионального риска при производстве стеклотары....197

М.Т. Зенина, Е.М. Власова
Особенности развития гепатобилиарной патологии у лиц, работающих в условиях воздействия химических производственных факторов....202

М.А. Землянова, А.М. Игнатова, М.Н. Игнатов
Оценка состояния легких у работников сварочного производства с использованием анализа изображений результатов компьютерной томографии....209

М.А. Землянова, А.М. Игнатова, М.Н. Игнатов
Подходы к параметризации твердых составляющих сварочных аэрозолей для идентификации профессиональных рисков....215

Е.В. Судакова, С.А. Скворцов, В.В. Дворянов
Паспортизация канцерогенно-опасных организаций для оценки профессиональных рисков здоровью работников....220

Е.В. Судакова, С.А. Скворцов, Е.М. Осипова, А.С. Кузнецов, В.В. Дворянов
Об опыте оценки профессионального риска для здоровья работников от воздействия шума....222

Е.Ф. Черникова, И.В. Федотова, М.М. Некрасова
Риск формирования метаболических нарушений у работников со сменным режимом труда....226

А.А. Щербаков, А.Е. Носов
Использование кардиоритмографии в прогнозировании риска патологии сердца у работников нефтедобычи....235

Раздел V. Научные исследования в области изучения механизмов воздействия факторов среды обитания на здоровье населения

И.Н. Аликина, О.В. Долгих, М.А. Гусельников
Особенности иммунологических показателей взрослого населения в условиях воздействия химических факторов, формирующихся в условиях производства алюминия....245

С.Е. Зеленкин
Неблагоприятные эффекты воздействия фталатов на организм человека.
Пути поступления фталатов в организм. Государственное регулирование применения фталатов при производстве полимерной упаковки (литературный обзор) 249

Ю.В. Кольдибекова
Исследование и оценка некоторых биохимических показателей, характеризующих состояние сердечно-сосудистой системы у детей и взрослых, проживающих в зоне влияния выбросов целлюлозно-бумажного предприятия 256

М.В. Лахтин, В.М. Лахтин, В.А. Алешкин, С.С. Афанасьев
Распознающие гликопаттерны NK-клетки против опухолей на фоне эпидемически значимых вирусных инфекций 262

А.А. Мазунина, О.А. Казакова, О.В. Долгих, А.В. Кривцов
Особенности иммуногенетического статуса детей с заболеваниями нервной системы в условиях экспозиции алюминием 271

Н.А. Никоношина, А.А. Мазунина, О.В. Долгих
Особенности иммунного статуса и полиморфизма кандидатных генов взрослого населения в условиях внешнесредового воздействия соединений алюминия 275

Е.В. Пескова
Оценка биохимических показателей, характеризующих состояние центральной нервной системы у детей, проживающих в зоне акустического воздействия авиационного транспорта 280

К.Г. Старкова, Е.А. Отавина, О.В. Долгих, Д.В. Ланин, Д.Г. Дианова
Исследование иммунных показателей и апоптоза у городского населения в условиях промышленного загрязнения металлами 283

М.С. Степанков
Исследование и оценка показателей крови крыс при многократной ингаляционной экспозиции аэрозолем нанодисперсного оксида кобальта 286

Р.З. Хайруллин, С.Н. Куликов
Полимерные матрицы в сорбции иммуноглобулинов и определении протеолитической активности 292

Ю.А. Челакова, И.Н. Аликина, В.М. Чигвинцев, О.В. Долгих
Взаимодействие механизмов иммунной регуляции в условиях влияния химических и эндокринных факторов с применением математического моделирования 297

Раздел VI. Правовая, методическая и информационно-аналитическая поддержка научных исследований в области гигиены и оценки рисков здоровью

А.М. Андришунас, Е.В. Максимова, И.В. Май
К проблеме пересмотра санитарных правил проектирования и содержания полигонов ТКО 303

М.С. Благодарева, А.С. Корнилков
Сравнение методических подходов к оценке риска смертности населения от загрязнения воздуха на примере Кировградского городского округа 308

Д.А. Бородков, М.А. Суханов
Об ориентировочной стоимости базы данных социально-гигиенического мониторинга в Ульяновской области и рисках по ее ведению 314

С.Ю. Загороднов, А.М. Андришунас
Пересмотр и актуализация санитарных правил и норм к организации строительного производства и строительных работ как мера повышения гигиенической безопасности работающих и населения 318

А.С. Зорина, Т.Д. Карнажицкая
Изучение способов пробоподготовки мясных консервов для детского питания в анализе фталатов методом хромато-масс-спектрометрии 323

М.Р. Камалтдинов
Совершенствование математической модели многофазного течения в антродуоденуме для учета индивидуальных особенностей потребления пищи и физико-химических свойств продуктов питания 328

А.А. Ковшов, Н.А. Тихонова
Научно-методическое обоснование создания электронного атласа состояния санитарно-эпидемиологического благополучия на территории Арктической зоны Российской Федерации 332

Д.Н. Кошурников, Е.В. Максимова
Обзор отечественных методов по оценке индивидуальной дозы шума 340

Ю.Н. Осауленко, Л.Н. Осауленко
Практика международного сотрудничества и гармонизации в рамках обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей в Евразийском экономическом союзе 345

Н.Е. Пиль, В.М. Чигвинцев
Описание динамики роста бактериальной популяции в пористой среде легих 350

У.Р. Сагинбаев, Т.Р. Зулькарнаев, Н.С. Кондрова, Ш.Н. Галимов
Возможности применения компьютерных программ в оценке рисков здоровью в области гигиены питания 355

Д.В. Суворов
Содержание и нормирование в пищевых продуктах нитрозоаминов в мировой практике (литературный обзор) 357

М.В. Трофимова, А.А.Титова, О.Н. Панкратова,
М.И. Смирнова, А.В. Мухаметгалеева
Организация учета уведомлений о начале осуществления предпринимательской деятельности юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями в Управлении Роспотребнадзора по Республике Татарстан.....361

М.Ю. Цинкер
Применение индикативных показателей для оценки результативности контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора по критериям сохранения здоровья 366

Н.М. Цунина, С.В. Архипова
Исторический опыт формирования информационно-аналитического ресурса в отделе социально-гигиенического мониторинга в Самарской области 370

В.М. Чигвинцев, О.В. Долгих, Е.А. Отавина, И.Н. Аликина
Изучение показателей взаимодействия элементов иммунной и эндокринной системы при комбинированной средовой нагрузке *in vitro* 375

С.И. Шумаков, М.Л. Ковальчук, О.Д. Климушин, М.Г. Логачева
Опыт формирования информационного ресурса качества и безопасности пищевых продуктов в Курской области 380

Авторский указатель 385

Научное издание

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ

Материалы
всероссийской научно-практической интернет-конференции
молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора
с международным участием

(Пермь, 8–12 октября 2018 г.)

Под редакцией профессора А.Ю. Поповой,
академика РАН Н.В. Зайцевой

Корректор *М.Н. Афанасьева*

Подписано в печать 22.10.2018. Формат 70×100/16.
Усл. печ. л. 32,0. Тираж 200. Заказ № 227/2018.

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета.
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29, к. 113.
Тел. (342) 219-80-33.

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии «Книжный формат».
Адрес: 614000, г. Пермь, ул. Пушкина, 85.