

PUBLIC HEALTH

ПАНОРАМА ПАНОРАМА

ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Окружающая среда и здоровье

Воздействие загрязнения воздуха на здоровье детей Привлечение подростков к разработке политики в области окружающей среды и здоровья – примеры передовой и новой практики **Пути создания экологически устойчивой системы здравоохранения** Как эффективная коммуникация может способствовать профилактическим мероприятиям в зараженных районах

Environment and health

How air pollution is affecting children's health **Involving young people in environmental health policy-making – best and new practices** Ways to develop an environmentally sustainable health system **How effective communication can promote preventive action in contaminated areas**



ABOUT US

Public Health Panorama is a peer-reviewed, bilingual (English–Russian), open-access journal published by the WHO Regional Office for Europe. It aims to disseminate good practices and new insights in public health from the 53 Member States in the Region. The mission of Public Health Panorama is to contribute to improving health in the Region by publishing timely and reliable research, and providing evidence, information and data for public health decision-making. One of the key innovations is its publication in both the English and Russian languages, allowing different parts of the Region to come together and share their knowledge.

JOURNAL SECRETARIAT

World Health Organization Regional Office for Europe
UN City, Marmorvej 51, DK-2100 Copenhagen Ø, Denmark
Тел.: +45 45 33 70 00; Факс: +45 45 33 70 01
Email: eupanorama@who.int
Website: www.euro.who.int/en/panorama

DISCLAIMER

The designations employed and the presentation of the material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the World Health Organization concerning the legal status of any country, territory, city or area or its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. Dotted lines on maps represent approximate border lines for which there may not yet be full agreement. The mention of specific companies or of certain manufacturers' products does not imply that they are endorsed or recommended by the World Health Organization in preference to others of a similar nature that are not mentioned. All reasonable precautions have been taken by the World Health Organization to verify the information contained in this publication. However, the published material is being distributed without warranty of any kind, either expressed or implied. The responsibility for the interpretation and use of the material lies with the reader. In no event shall the World Health Organization be liable for the damages arising from its use. The named authors alone are responsible for the views expressed in this publication.

ISSN 2412-544X

© World Health Organization 2017

Some rights reserved. All articles published in this issue are licensed under a [Creative Commons Attribution 3.0 IGO License](#).

EDITORIAL TEAM

Editorial advisers: Roza Ádány (Hungary); Manfred Green (Israel); Anna Korotkova (Russian Federation); Maksut Kulzhanov (Kazakhstan); Catherine Law (UK); Ruta Nadisauskiene (Lithuania); Tomris Türmen (Turkey).

Editorial board: Colleen Acosta; Nils Fietje; Manfred Huber; Bahtygul Karriyeva; Monika Danuta Kosinska; Marco Martuzzi; Pavel Ursu.

Editorial secretariat: Ashley Craig; Paul Csagoly; Niels Eriksen; Anna Garrido; Margarita Gogotova; Maria Greenblat; Kim Hutchings; Zsuzsanna Jakab (Editor-in-chief); Tamara Kalantarjan; Aksana Korziuk; Ludmila Kotchoubeeva; Elena Labtsova; Jamila Nabieva; Tim Nguyen (Executive editor); Aleksandr Reshetov; Ekaterina Smirnova; Claudia Stein; Nataliya Vorobyova; Irina Zastenskaya.

Invited peer reviewers: Jean-Christophe Balouet; Petar Bulat; Pietro Comba; Jonathan Erskine; John Fawell; Lucia Fazzo; Åsa Holmner; Fintan Hurley; Dorota Jarosinska; Richard Johnston; Mihail Kochubovski; Michal Krzyzanowski; Oksana Lockridge; Ilse Loots; Franziska Matthies; Bettina Menne; Geoffrey Morgan; Manfred Neuberger; Steve Pedley; Cosima Pilz; Stefano Polesello; Jeremy Ramsden; Chris Rissel; David Rivett; Ken Takahashi.

Art direction: Ref-Point.net
Cover photo: WHO/Nataliya Vorobyova

Design: Imprimerie Centrale
Luxembourg

О НАС

«Панорама общественного здравоохранения» – это рецензируемый научный, двуязычный (выходит на английском и русском языках) и общедоступный журнал, выпускаемый Европейским региональным бюро ВОЗ. Его целью является распространение информации о примерах лучшей практики и новых идеях в сфере общественного здравоохранения из 53 государств-членов Региона. Миссия журнала – способствовать укреплению здоровья в Регионе, публикуя своевременные и надежные результаты исследований, представляя факты, информацию и данные для принятия решений в сфере общественного здравоохранения. Одной из ключевых инноваций стала публикация статей одновременно на английском и русском языках, что объединяет разные части Региона и дает им возможность обмениваться знаниями.

СЕКРЕТАРИАТ ЖУРНАЛА

Европейское региональное бюро ВОЗ
UN City, Marmorvej 51, DK-2100 Copenhagen Ø, Denmark
Тел.: +45 45 33 70 00; Факс: +45 45 33 70 01
Эл. почта: eupanorama@who.int
Веб-сайт: www.euro.who.int/ru/panorama

ОГРАНИЧЕНИЕ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

Обозначения, используемые в настоящей публикации, и приводимые в ней материалы не отражают какого-либо мнения Всемирной организации здравоохранения относительно юридического статуса какой-либо страны, территории, города или района или их органов власти либо относительно делимитации их границ. Пунктирные линии на географических картах обозначают приблизительные границы, в отношении которых пока еще может быть не достигнуто полное согласие. Упоминание конкретных компаний или продукции некоторых изготовителей не означает, что Всемирная организация здравоохранения поддерживает или рекомендует их, отдавая им предпочтение по сравнению с другими компаниями или продуктами аналогичного характера, не упомянутыми в тексте. Всемирная организация здравоохранения приняла все разумные меры предосторожности для проверки информации, содержащейся в настоящей публикации. Тем не менее опубликованные материалы распространяются без какой-либо четко выраженной или подразумеваемой гарантии. Ответственность за интерпретацию и использование материалов ложится на пользователей. Всемирная организация здравоохранения ни в коем случае не несет ответственности за ущерб, возникший в результате использования этих материалов. Упомянутые авторы несут личную ответственность за мнения, выраженные в данной публикации.

ISSN 2412-544X

© Всемирная организация здравоохранения 2017
Отдельные авторские права защищены. Все статьи данного выпуска опубликованы на условиях лицензии [Creative Commons Attribution 3.0 IGO License](#).

РЕДАКЦИОННАЯ ГРУППА

Советники редактора: Roza Ádány (Венгрия); Manfred Green (Израиль); Анна Короткова (Российская Федерация); Максут Кульжанов (Казakhstan); Catherine Law (Соединенное Королевство); Ruta Nadisauskiene (Литва); Tomris Türmen (Турция)

Редакционный совет: Colleen Acosta; Nils Fietje; Manfred Huber; Bahtygul Karriyeva; Monika Danuta Kosinska; Marco Martuzzi; Pavel Ursu.

Секретариат редакции: Ashley Craig; Paul Csagoly; Niels Eriksen; Anna Garrido; Маргарита Гоготова; Maria Greenblat; Kim Hutchings; Zsuzsanna Jakab (главный редактор); Тамара Калантарян; Аксана Корзиук; Ludmila Kotchoubeeva; Елена Лабцова; Jamila Nabieva; Tim Nguyen (исполнительный редактор); Александр Решетов; Екатерина Смирнова; Claudia Stein; Nataliya Vorobyova; Irina Zastenskaya.

Приглашенные эксперты: Jean-Christophe Balouet; Petar Bulat; Pietro Comba; Jonathan Erskine; John Fawell; Lucia Fazzo; Åsa Holmner; Fintan Hurley; Dorota Jarosinska; Richard Johnston; Mihail Kochubovski; Michal Krzyzanowski; Oksana Lockridge; Ilse Loots; Franziska Matthies; Bettina Menne; Geoffrey Morgan; Manfred Neuberger; Steve Pedley; Cosima Pilz; Stefano Polesello; Jeremy Ramsden; Chris Rissel; David Rivett; Ken Takahashi.

Общий дизайн – Ref-Point.net
Фото на обложке – B03/Nataliya Vorobyova

Макет – Imprimerie Centrale
Luxembourg

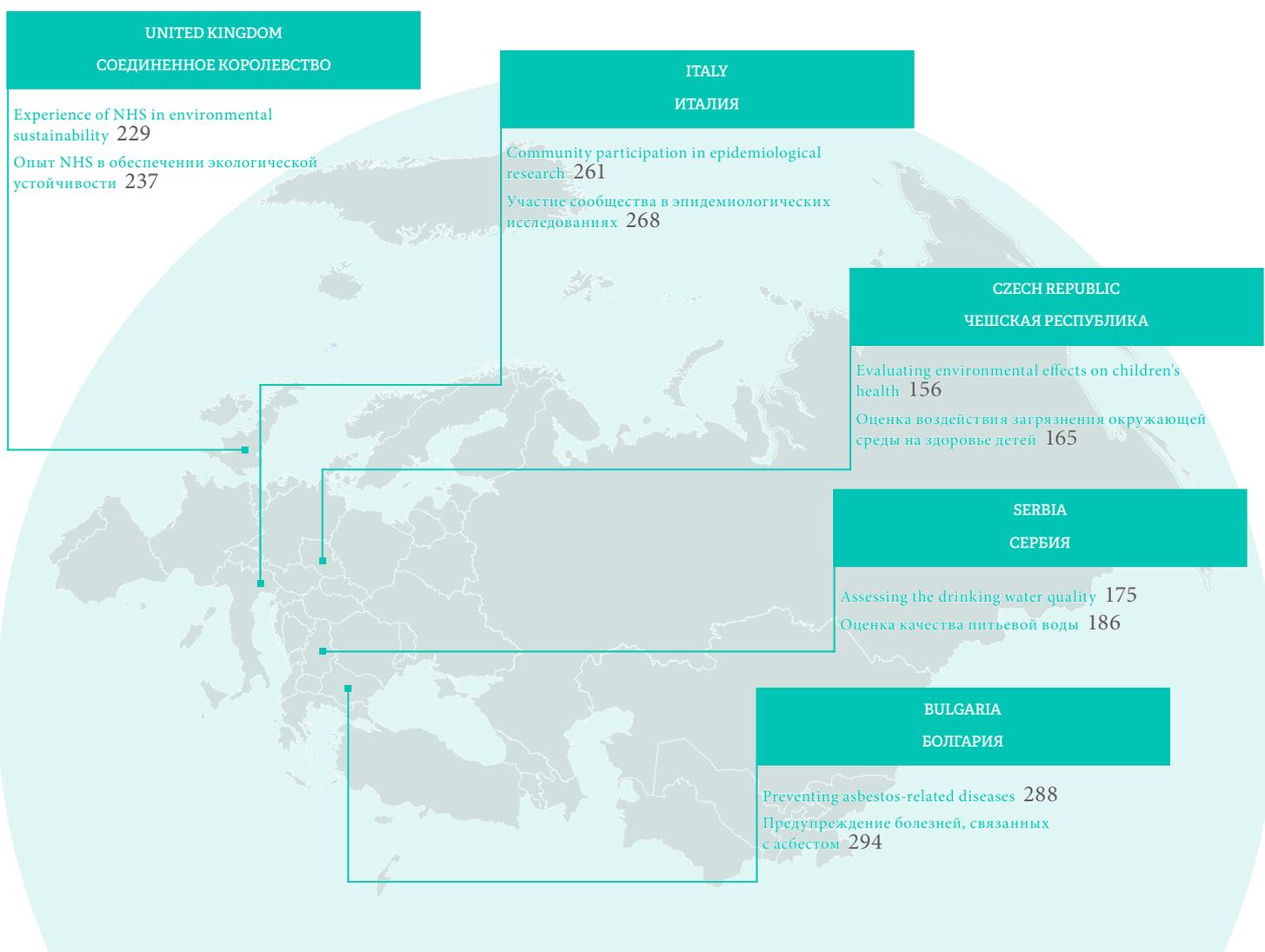
In this issue

This issue of *Panorama* focuses on the environment as one of the major determinants of health, and looks at the influence of various natural and man-made risk factors on human health and quality of life. It also examines the strategies and tools available to mitigate the effects of global climate change and promote sustainable interventions. A particular focus is on recent research developments and on good examples of systematic management of environmental health risks that could be used to inform decision-making and policies in the area.

Radim J. Sram and colleagues (p. 156) present the findings of their study on morbidity in children of different age groups associated with high atmospheric concentrations of benzo[a]pyrene.

В этом выпуске

Этот номер «Панорамы» посвящен окружающей среде как одной из важнейших детерминант здоровья. В нем рассматривается влияние различных природных и антропогенных факторов риска на здоровье и качество жизни человека. В номере также обсуждаются стратегии и инструменты, имеющиеся в нашем распоряжении для смягчения последствий глобального изменения климата и содействия осуществлению устойчивых вмешательств. Особое внимание в этом выпуске уделяется последним достижениям в области научных исследований и примерам успешного систематического управления экологическими рисками для здоровья, которые могут использоваться в качестве информационной основы для принятия решений и разработки политики в этой области.



Rural areas of the Republic of Serbia face continuing challenges in the provision of water via small-scale water supplies. To gather knowledge on the prevailing challenges, Dragana D. Jovanović and co-workers (p. 175) conducted a national survey based on World Health Organization (WHO) rapid assessment methodology to examine, among other things, sanitary conditions and drinking-water quality in 1318 small-scale water supply systems.

The adverse health effects of aircraft-contaminated air on aircrew have been a growing concern of researchers over the last decade. The continuing debate around the hazards associated with systematic exposure to neurotoxic substances and thermally degraded mixture leaves a number of questions unanswered. Susan Michaelis and her colleagues (p. 198) share the results of an in-depth investigation in a cohort of aircrew exposed to pressurized air.

Sonia Roschnik and co-workers (p. 229) present the experience of the United Kingdom's National Health Service in shifting towards environmental and social sustainability via a number of strategies and mechanisms. The authors also share transferable examples and approaches that could be applied by other health systems in the WHO European Region.

The disposal and management of hazardous waste rank among the most significant environmental problems worldwide. It is therefore important to consider how the results of epidemiological studies can contribute to a more responsible decision-making process. Lucia Fazzo and her colleagues (p. 247) use the example of Italy's so-called Lands of Fire to suggest how evidence-based public health actions and research priorities can be integrated.

What is the role of communication in contaminated areas? Is this question mainly a theoretical interest of the global scientific community or can effective communication be used as an instrument for change? Daniela Marsili and co-workers (p. 261) propose communication plans as an effective tool to promote mid- and long-term preventive actions in areas affected by natural and man-made contamination.

Radim J. Sram и др. (стр. 165) представляют результаты своего исследования заболеваемости среди детей в различных возрастных группах, обусловленной высокой концентрацией бенз(а)пирена в атмосферном воздухе.

Сельские районы в Сербии сталкиваются с постоянными трудностями в обеспечении населения водой через маломасштабные системы водоснабжения. Для сбора информации по превалирующим трудностям Dragana D. Jovanović с коллегами (стр. 186) провели национальное опросное обследование, основанное на разработанной ВОЗ методологии быстрой оценки для изучения, помимо прочего, санитарных условий и качества питьевой воды в 1318 маломасштабных системах водоснабжения.

Проблема неблагоприятного воздействия на здоровье членов экипажей загрязненного воздуха на борту самолетов является предметом растущей обеспокоенности исследователей на протяжении последнего десятилетия. Непрерывающиеся дебаты вокруг опасностей, связанных с систематическим воздействием нейротоксичных веществ и термически деструктурированных смесей, оставляют целый ряд неразрешенных вопросов. Susan Michaelis с коллегами (стр. 212) делятся результатами углубленного исследования когорты членов экипажей самолетов, подвергающихся воздействию сжатого воздуха.

Sonia Roschnik с коллегами (стр. 237) описывают опыт Национальной службы здравоохранения Соединенного Королевства в осуществлении перехода к экологической и социальной устойчивости путем внедрения ряда стратегий и механизмов. Авторы также делятся примерами и подходами, которые могут быть применены в рамках других систем здравоохранения в Европейском регионе ВОЗ.

In some countries of south-east Europe, informal waste management is not only associated with environmental risks but also affects the health of waste collectors. The latter mainly belong to the most socially and economically disadvantaged populations, such as the Roma people, who are known to have high rates of chronic illnesses. Ivan Živanov and colleagues (p. 277) have investigated factors influencing the health of informal waste collectors.

The production and use of different asbestos products in Bulgaria was spread over 3 decades in the last century. According to the National Cancer Register of Bulgaria, asbestos-related diseases are recognized as occupational, but are underreported. Katya Vangelova and Irina Dimitrova (p. 288) report on the country's measures to limit exposure to asbestos and prevent asbestos-related diseases.

Can policies contribute to sustainable urban development? Which factors need to be considered to make cities healthier? James Milner and colleagues (p. 300) report on the sustainable healthy urban environments project and the opportunities it offers.

What role can the population of contaminated areas play in mitigating the environmental effects on health? Bruna De Marchi and co-workers (p. 321) describe their experience of involving local communities in a participatory study in southern Italy.

Dovile Adamonyte and Ilse Loots (p. 337) present the findings of a systematic literature review to identify the best available and emerging practices for involving young people in environmental health-risk communication and governance in the WHO European Region.

Удаление и утилизация опасных отходов являются одной из наиболее важных экологических проблем во всем мире. Поэтому важно обдумать то, как результаты эпидемиологических исследований могут содействовать обеспечению более ответственного процесса принятия решений. На примере «Земли пожаров» (Италия) Lucia Fazzo с коллегами (стр. 253) предлагают возможные пути интеграции доказательно-обоснованных мероприятий в области общественного здравоохранения и исследовательских приоритетов.

Какова роль коммуникации в зараженных районах? Представляет ли этот вопрос сугубо теоретический интерес для глобального научного сообщества или же эффективная коммуникация может использоваться как инструмент осуществления изменений? Daniela Marsili с коллегами (стр. 268) предлагают использовать планы коммуникации в качестве эффективного инструмента для содействия принятию среднесрочных и долгосрочных профилактических мер в районах, пострадавших от природного и антропогенного загрязнения.

Неофициальные методы удаления отходов в ряде стран Юго-Восточной Европы не только сопряжены с рисками для окружающей среды, но также негативно сказываются на состоянии здоровья сборщиков отходов. Неофициальным сбором отходов чаще всего занимаются представители наиболее неблагополучных в социальном и экономическом плане групп населения, в частности представители народности рома, среди которых отмечаются высокие уровни хронических заболеваний. Ivan Živanov с коллегами (стр. 282) изучили факторы, влияющие на здоровье неофициальных сборщиков отходов.

Производство и использование различных асбесто-содержащих материалов в Болгарии продолжалось на протяжении трех десятилетий прошлого столетия. Болезни, связанные с асбестом, были признаны профессиональными заболеваниями, но, согласно данным Национального ракового регистра Болгарии, статистика по ним занижена. Katya Vangelova и Irina Dimitrova (стр. 294) представляют принимаемые у них в стране меры по ограничению воздействия асбеста и предупреждению связанных с асбестом заболеваний.

Могут ли меры политики содействовать устойчивому городскому развитию? Какие факторы необходимо принять во внимание для того, чтобы сделать города более здоровыми? James Milner с коллегами (стр. 310) представляют проект по устойчивой и благоприятной для здоровья городской среде и рассказывают о возможностях, которые он предлагает.

Какова роль населения зараженных районов в смягчении воздействия факторов окружающей среды на здоровье? Bruna De Marchi с коллегами (стр. 328) описывают свой опыт привлечения представителей местного населения к участию в партисипаторном исследовании, проведенном в южной Италии.

Dovile Adamonyte и Ilse Loots (стр. 346) представляют результаты систематического обзора литературы, проведенного с целью определения лучших имеющихся и только появившихся методов вовлечения молодежи в работу по информированию населения об экологических рисках для здоровья и в осуществление стратегического руководства в Европейском регионе ВОЗ.

CONTENTS

EDITORIAL

Better health. Better environment.
Sustainable choices.....147

Zsuzsanna Jakab

PANORAMA PEOPLE

Interview with Professor Philippe Grandjean152

ORIGINAL RESEARCH

The Ostrava Region, Czech Republic: impact of air
pollution on children's health156

Radim J. Sram, Antonin Ambroz, Miroslav Dostal, Katerina Honkova,
Jana Hajslova, Jana Pulkrabova, Katerina Urbancova, Vit Kosek,
Milos Veleminsky Jr.

Rapid assessment of drinking-water quality in rural
areas of Serbia: overcoming the knowledge gaps
and identifying the prevailing challenges175

Dragana D. Jovanović, Katarina Ž Paunović, Oliver Schmoll,
Enkhtsetseg Shinee, Miljan Rančić, Ivana Ristanović-Ponjavić

Aerotoxic syndrome: a new occupational disease?198

Susan Michaelis, Jonathan Burdon, C. Vyvyan Howard

POLICY AND PRACTICE

Transitioning to environmentally sustainable health
systems: the example of the NHS in England 229

Sonia Roschnik , Gerardo Sanchez Martinez, Marisol Yglesias-
Gonzalez, David Pencheon, Imogen Tennison

Hazardous waste: a challenge for public health..... 247

Lucia Fazzo, Fabrizio Bianchi, David Carpenter, Marco Martuzzi,
Pietro Comba

Communication plans in contaminated areas
as prevention tools for informed policy261

Daniela Marsili, Lucia Fazzo, Ivano Iavarone, Pietro Comba

СОДЕРЖАНИЕ

ОТ РЕДАКЦИИ

Улучшение здоровья. Улучшение экологии. Выбор в
пользу устойчивых решений.....147

Жужанна Якаб

ЛЮДИ «ПАНОРАМЫ»

Интервью с профессором Филиппом Гранжаном..152

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Острава, Чешская Республика: воздействие
загрязнения атмосферного воздуха на здоровье
детей.....165

Radim J. Sram, Antonin Ambroz, Miroslav Dostal, Katerina Honkova,
Jana Hajslova, Jana Pulkrabova, Katerina Urbancova, Vit Kosek,
Milos Veleminsky Jr.

Экспресс-оценка качества питьевой воды в сельских
районах Сербии: устранение пробелов в знаниях и
определение доминирующих проблем.....186

Dragana D. Jovanović, Katarina Ž Paunović, Oliver Schmoll,
Enkhtsetseg Shinee, Miljan Rančić, Ivana Ristanović-Ponjavić

Аэротоксический синдром - новое
профессиональное заболевание?212

Susan Michaelis, Jonathan Burdon, C. Vyvyan Howard

ПОЛИТИКА И ПРАКТИКА

Переход к экологически устойчивым системам
здравоохранения: пример Национальной службы
здравоохранения Англии 237

Sonia Roschnik , Gerardo Sanchez Martinez, Marisol
Yglesias-Gonzalez, David Pencheon, Imogen Tennison

Опасные отходы: проблема общественного
здравоохранения 253

Lucia Fazzo, Fabrizio Bianchi, David Carpenter, Marco Martuzzi,
Pietro Comba

Планы распространения информации на
загрязненных территориях как инструмент
профилактики для включения в процесс
формирования обоснованной политики.....268

Daniela Marsili, Lucia Fazzo, Ivano Iavarone, Pietro Comba

SHORT COMMUNICATIONS

Health risks of the informal waste collecting sector in countries in south-east Europe 277

Ivan Živanov, Suzana Ignjatović, Gerry McWeeney, Dorit Nitzan

Bulgaria: lessons learnt from implementing actions for prevention of asbestos related diseases 288

Katya Vangelova, Irina Dimitrova

REPORT

Environmental risks of cities in the European Region: analyses of the Sustainable Healthy Urban Environments (SHUE) database 300

James Milner, Jonathon Taylor, Mauricio L. Barreto, Mike Davies, Andy Haines, Colin Harpham, Meena Sehgal, Paul Wilkinson

CASE STUDY

A participatory project in environmental epidemiology: lessons from the Manfredonia case study (Italy 2015-2016) 321

Bruna De Marchi, Annibale Biggeri, Marco Cervino, Cristina Mangia, Giulia Malavasi, Emilio Antonio Luca Gianicolo, Maria Angela Vigotti

REVIEW

Searching for best and new emerging practices for involving youth in environmental health risk communication and risk governance 337

Dovile Adamonyte, Ilse Loots

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Риски для здоровья в неформальном секторе сбора отходов в странах юго-восточной Европы 282

Ivan Živanov, Suzana Ignjatović, Gerry McWeeney, Dorit Nitzan

Болгария: уроки, извлеченные в ходе осуществления мер по профилактике заболеваний, связанных с асбестом 294

Katya Vangelova, Irina Dimitrova

ДОКЛАД

Экологические риски городов Европейского региона: анализ базы данных «Устойчивая и благоприятная для здоровья городская среда» 310

James Milner, Jonathon Taylor, Mauricio L. Barreto, Mike Davies, Andy Haines, Colin Harpham, Meena Sehgal, Paul Wilkinson

ПРИМЕР ИЗ ПРАКТИКИ

Партисипаторный проект в области эпидемиологии окружающей среды: уроки, извлеченные в рамках исследования ситуации в Манфредонии 328

Bruna De Marchi, Annibale Biggeri, Marco Cervino, Cristina Mangia, Giulia Malavasi, Emilio Antonio Luca Gianicolo, Maria Angela Vigotti

ОБЗОР

Поиск примеров эффективной практики по вовлечению молодежи в процессы коммуникации в сфере экологических рисков для здоровья 346

Dovile Adamonyte, Ilse Loots

Better health. Better environment. Sustainable choices.

Zsuzsanna Jakab
Regional Director
Editor-in-chief

"International, national and local agencies need to step up their actions, expand their agendas, and engage further in multidisciplinary research, intersectoral work and hard negotiations. WHO is ready to support these efforts as best we can."



At the time of writing this welcome note, many representatives of ministries of health and environment from the 53 Member States of the World Health Organization (WHO) European Region, together with representatives of the United Nations family, other intergovernmental and nongovernmental organizations, and members of the environment and health European community, are preparing to travel to Ostrava in the Czech Republic for the long-awaited, momentous Sixth Ministerial Conference on Environment and Health. Colleagues will gather to take stock of recent progress, discuss current needs and future challenges, and agree on which way to go in the coming years.

The Conference is the sixth in a series that began in Frankfurt in 1989. In the intervening 28 years, the world has changed almost beyond recognition, with the sociopolitical landscape turned upside down. In 1989, the World Health Organization (WHO) Regional Office for Europe served 31 Member States – now there are 53. Back then, our everyday life did not include access to Internet and mobile communication, however hard this is to believe: since then, we have not only entered a new millennium but

Улучшение здоровья. Улучшение экологии. Выбор в пользу устойчивых решений.

Жужанна Якаб
Региональный директор
Главный редактор

«Международным, национальным и местным учреждениям и организациям необходимо активизировать свои усилия, расширить круг стоящих перед ними задач и принимать более активное участие в междисциплинарных научных исследованиях, межсекторальной работе и непростых переговорах. ВОЗ готова максимально поддерживать эти усилия».

Сейчас, когда я пишу эту вступительную статью, многие представители министерств здравоохранения и окружающей среды из 53 государств-членов Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) в Европейском регионе вместе с представителями организаций системы ООН, другими межправительственными и неправительственными организациями, а также членами европейского сообщества специалистов и заинтересованных сторон в области окружающей среды и охраны здоровья готовятся к поездке в Оставу, Чешская Республика, на долгожданную и знаковую Шестую министерскую конференцию по окружающей среде и охране здоровья. Коллеги соберутся вместе, чтобы подытожить достигнутые за последнее время успехи, обсудить текущие потребности и будущие проблемы, а также договориться о направлении деятельности на ближайшие годы.

Эта Конференция будет шестой в целой серии министерских конференций, начало которой было положено во Франкфурте в 1989 г. За прошедшие с тех пор 28 лет мир изменился почти до неузнаваемости. Весь социально-политический ландшафт практиче-

also switched geological eras – from the Holocene to the Anthropocene. Can one think of a more profound change?

Meanwhile, the public health scene in general, and the environment and health in particular, has continued on its fascinating journey. Some things have changed a lot: life expectancy and many other key health indicators have markedly improved; many dangerous environmental hazards have been largely contained (think of lead and asbestos); and spectacular progress has been made in research – we now know far more about how the environment influences health, and by how much. This is real progress and we have many feats to celebrate. However, not everybody is enjoying these achievements. Some of us have been left behind and are deprived of clean environments, access to knowledge and the impressive progress made in health and well-being.

However pressing, inequality is hardly the only challenge in environment and health. Many questions, old and new, still await answers in the form of knowledge or action. Regarding knowledge, complexity and uncertainty are the trademarks of contemporary environmental health (EH), as reality outpaces science. Nowadays, we need to know not only whether a certain agent causes disease but also how it interacts with the countless other agents that surround us. We also need to know which trajectory our environment is most likely to take in the future, so that our health systems are capable of coping with tomorrow's needs. Robust EH research and pursuing goals relevant to the wider society are vital, and the impressive recent progress must be sustained and shared more widely.

Answers are also expected in the form of action. For far too long, we have been seeing adverse environmental impacts on health that can be effectively stopped – air pollution is the foremost culprit because of its enormous disease burden. However, although air pollution may be the number one environmental killer, it is not the only one. It is simply not acceptable that in many corners of Europe people still lack access to clean water, hygiene and sanitation; that well-known toxic agents are present in our air, soil and food; and that many children spend their days in unhealthy schools and cities. It is also worrying that people who suffer most

ски полностью трансформировался. В 1989 г. Европейское региональное бюро Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) оказывало поддержку 31 государству-члену. Сегодня их число выросло до 53. Тогда, как ни трудно в это поверить, в нашей повседневной жизни не было интернета и мобильной связи: с тех пор мы вступили не только в новое тысячелетие, но и в новую геологическую эру – перешли от голоцена к антропоцену. Можно ли представить себе более радикальные изменения?

Тем временем и общественное здравоохранение в целом, и сфера окружающей среды и охраны здоровья в частности продолжали свое захватывающее развитие. Некоторые аспекты претерпели существенные изменения: заметно повысилась продолжительность жизни и улучшились многие другие ключевые показатели здоровья; удалось в значительной мере ограничить влияние многих опасных факторов окружающей среды (в качестве примера можно привести свинец и асбест); достигнут впечатляющий прогресс в области научных исследований, и теперь мы гораздо больше знаем о том, каким образом и в какой степени окружающая среда влияет на здоровье. Это настоящий прогресс, и у нас есть немало достижений, которыми можно гордиться. Однако воспользоваться этими достижениями могут далеко не все. Некоторые из нас остались без должного внимания и были лишены чистой окружающей среды, доступа к информации и знаниям и выдающимся достижениям в области здоровья и благополучия.

При всей своей актуальности неравенство является далеко не единственной проблемой в области окружающей среды и охраны здоровья. Многие вопросы, старые и новые, все еще требуют ответа – либо в виде знаний, либо в виде действий. Что касается знаний, то отличительными чертами современного положения дел в области окружающей среды и здоровья (ОСИЗ) стали сложность и неопределенность, поскольку реальность опережает науку. Сегодня нам необходимо знать не только то, вызывает ли конкретный фактор болезнь, но и то, как он взаимодействует с другими бесчисленными факторами, присутствующими в окружающей нас среде. Нам также необходимо знать, по какой траектории окружающая среда будет вероятнее всего развиваться в будущем, чтобы наши системы здравоохранения могли справиться с завтрашними потребностями.

from these problems are, more often than not, also exposed to other health risks as a consequence of social disadvantage: tobacco smoke, unhealthy diets, stressful jobs and a sedentary lifestyle. Air pollution, noxious chemical agents, waste and contaminated sites, and other ills of modern life continue to take a toll on the health and well-being of European citizens, especially the most vulnerable, for whom a bad environment is a daily reality.

International, national and local agencies need to step up their actions, expand their agendas, and engage further in multidisciplinary research, intersectoral work and hard negotiations. WHO is ready to support these efforts as best we can.

This issue of *Panorama* reflects the multiple facets of today's environment and health. It tells the story of evolving cutting-edge science, of an expanding evidence base along with many open questions, of policy obstacles and successes, and of imaginative public health practices. The mixture of topics, competences, levels of action and original knowledge presented in the following pages provides an impressive snapshot of the unique research community within which WHO is fortunate to operate. Such collective endeavour by the committed workforce, combined with the wealth of ideas, methods, data, evidence and resources are all essential, more so now than ever before, if we are to tackle today's and tomorrow's phenomenal challenges in an inclusive way. Ultimately – and this is the biggest challenge of all – the EH community is called on to spearhead an endeavour to reverse a course of action that, through unsustainable practices in many domains, has led humankind to the brink of a major crisis with unpredictable consequences.

For our part, WHO and the United Nations system at large can proudly say that frameworks, legal and soft instruments, and mechanisms have been put in place and are available to guide and support the necessary efforts at all levels. In Europe, the Health 2020 framework embodies the values and aspirations of modern, forward-looking public health services. The framework underlies the necessary whole-of-government and whole-of-society approaches, recognizes the importance of a holistic view of human health shaping throughout the entire life-course, and emphasizes the notion of resilient environments and

Исключительно важны надежные исследования в области ОСИЗ, а также постановка и достижение целей, которые имеют актуальное значение для общества в целом, а достигнутые в последнее время впечатляющие успехи необходимо поддерживать и доносить до более широкого круга лиц.

Ответы ожидаются и в виде действий. Мы слишком давно наблюдаем за неблагоприятным воздействием на здоровье факторов окружающей среды, которые могут быть эффективно устранены. Самым главным из этих факторов является загрязнение атмосферного воздуха в силу связанного с ним колоссального бремени болезней. При этом загрязнение атмосферного воздуха, которое является главной экологически обусловленной причиной смерти, далеко не единственная ее причина. Совершенно неприемлемым является тот факт, что люди во многих уголках Европы до сих пор не имеют адекватного доступа к чистой воде и санитарно-гигиеническим услугам, что широко известные токсичные вещества присутствуют в воздухе, почве и продуктах питания, а многие дети растут в «нездоровых» городах и учатся в «нездоровых» школах. Беспокоит также и то, что люди, которые больше всего страдают от этих проблем, как правило, подвергаются воздействию и других факторов риска для здоровья, являющихся результатом их социального неблагополучия, таким как табачный дым, нездоровое питание, сопряженная со стрессом работа и малоподвижный образ жизни. Загрязнение атмосферного воздуха, вредные химические вещества, отходы, зараженные территории и другие пороки современной жизни продолжают оказывать свое негативное влияние на здоровье и благополучие жителей Европы, особенно тех из них, кто находится в наиболее уязвимом положении и для кого плохая экология является повседневной реальностью.

Международным, национальным и местным учреждениям и организациям необходимо активизировать свои усилия, расширить круг стоящих перед ними задач и принимать более активное участие в междисциплинарных научных исследованиях, межсекторальной работе и непростых переговорах. ВОЗ готова максимально поддерживать эти усилия.

В настоящем выпуске Панорамы отражены многочисленные аспекты сегодняшней ситуации в области окружающей среды и охраны здоровья. В нем

communities. At the global level, the 2030 Agenda for Sustainable Development is now a reference for developed and developing countries alike, in which human health is depicted as both a determinant and an outcome of fair and balanced societies, the connectedness of human society and the biosphere is emphasized, and measurable targets are offered, with a focus on practical implementation.

However, we cannot be complacent. The past quarter century has had a distinctive trend: change. Pervasive, fast, unstoppable change. Urbanization, biodiversity, migration, ageing, politics, technology, ideology, the digital revolution, big data, climate change, the social media and many more relevant keywords are nowadays used in connection with change, emerging challenges, breakneck progress or irreversible deterioration.

Ministers, officers, researchers, advocates, stakeholders, young people's representatives, international civil servants and many others are gathering in Ostrava in their hundreds to discuss and decide on Europe's course of action and, in essence, its future – as far as the environment and health are concerned. The time is right to capitalize on the societal drive, political resolve and sense of urgency shared by so many across our wide region to counter the recent signals of loss of trust and ownership from some sectors of the population.

Welcome to *Public Health Panorama*. Welcome to Ostrava.

рассказывается о развитии передовой науки, расширении базы фактических данных при одновременном наличии множества открытых вопросов, о препятствиях и успехах в сфере реализации мер политики, а также об оригинальных подходах к охране общественного здоровья. Представленное на страницах этого номера разнообразие тем, сфер компетенции, уровней принятия мер и оригинальных знаний служит наглядной демонстрацией того, в каком уникальном исследовательском сообществе посчастливилось работать ВОЗ. Подобные коллективные усилия преданных своему делу людей в сочетании с богатством идей, методов, данных, фактов и ресурсов важны, как никогда прежде, если мы действительно хотим дать возможность всем сторонам включиться в работу по преодолению сложнейших современных и будущих вызовов. Наконец – и это самый большой вызов – сообществу ОСИЗ предстоит возглавить усилия, направленные на то, чтобы изменить курс, который, в силу использования неустойчивых методов работы во многих сферах, привел человечество на грань крупномасштабного кризиса с непредсказуемыми последствиями.

Со своей стороны, ВОЗ и система ООН в целом могут с гордостью сказать о том, что ими уже введены в действие рамочные основы, юридически обязывающие и добровольные инструменты и механизмы, которые можно использовать в качестве направляющих и поддерживающих документов в ходе осуществления необходимой работы на всех уровнях. В Европе политика Здоровье-2020 воплощает в себе ценности и устремления современных и прогрессивных служб общественного здравоохранения. В этом документе закладывается основа для использования необходимых общегосударственных и общесоциальных подходов, признается важность целостного взгляда на формирование здоровья человека с учетом всех этапов его жизни и уделяется особое внимание концепции средовых условий и сообществ, устойчивых к негативным внешним воздействиям. На глобальном уровне основой для действий как экономически развитых, так и развивающихся стран в настоящее время служит Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 г., в которой здоровье человека одновременно рассматривается как определяющий фактор и как результат существования справедливого и сбалансированного общества, подчеркивается взаимосвязь человеческого общества и биосферы

и предлагаются измеримые целевые ориентиры, направленные на практическую реализацию.

Однако у нас нет оснований для самоуспокоения. Отличительной тенденцией последних двадцати пяти лет стало наличие перемен. Повсеместных, быстрых и необратимых перемен. Урбанизация, биоразнообразие, миграция, старение, политика, технология, идеология, цифровая революция, большие данные, изменение климата, социальные сети и многие другие ключевые слова используются сегодня в связи с переменами, новыми вызовами, головокружительными успехами или необратимым ухудшением ситуации.

Сотни участников Конференции, среди которых – министры, официальные лица, исследователи, активисты, представители заинтересованных сторон и молодежи, международные гражданские служащие и многие другие, приедут в Оставу, чтобы обсудить и определить дальнейший курс действий для Европы и, по сути, определить ее будущее в том, что касается вопросов окружающей среды и здоровья. Настало время использовать активный общественный интерес, политическую решимость и понимание необходимости безотлагательных действий, разделяемое столькими людьми в нашем большом Регионе, для того чтобы с их помощью преодолеть отмечаемую в последнее время проблему утраты доверия и чувства сопричастности в некоторых социальных группах.

Я рада представить вам новый выпуск «Панорамы общественного здравоохранения»! Приветствую вас в Оставе!

“YOU ONLY HAVE ONE CHANCE TO DEVELOP A BRAIN: YOU CAN’T GO BACK AND SAY “WHOOOPS, SOMETHING WENT WRONG HERE” AND DO IT ALL OVER. ADVERSE EFFECTS ENCOUNTERED IN EARLY LIFE OFTEN LEAD TO PERMANENT DAMAGE.”



Photo by Jacob Rosenvinge

«ДЛЯ РАЗВИТИЯ МОЗГА ЧЕЛОВЕКУ ДАЕТСЯ ЛИШЬ ОДИН ШАНС. МЫ НЕ МОЖЕМ ПОВЕРНУТЬ ВРЕМЯ ВСПЯТЬ, СКАЗАТЬ: «ЧТО-ТО У НАС ПОШЛО НЕ ТАК,» – И НАЧАТЬ ВСЕ ЗАНОВО. НЕГАТИВНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ В РАННЕМ ВОЗРАСТЕ ЧАСТО ВЕДУТ К НЕОБРАТИМЫМ ПОВРЕЖДЕНИЯМ.»

By Stephanie Brickman

Стефани Брикман

“We are going to need some very smart people in the future to help compensate for the damage we have done to the environment and to our fellow human beings,” says Philippe Grandjean, in conversation with Panorama People on chemical brain damage and what research needs to be done about it.

As a young medical student, so many specializations were open to you. What made you choose environmental medicine?

This takes me back to 1972, when the United Nations had its first conference on the environment in Stockholm and my brother was press secretary to the Danish minister of the environment. I was watching the television news – there was only one channel and it was black and white at that time. There was a report from Stockholm with pictures of a demonstration

«Нам будут нужны действительно умные люди, которые помогут возместить тот ужасный ущерб, который мы нанесли окружающей среде и нашим братьям,» – говорит Филипп Гранжан в интервью для рубрики «Люди Панорамы», посвященном проблеме химических поражений головного мозга и тому, какие исследования необходимы в этой области.

Когда Вы были студентом-медиком, Вы могли выбирать из множества специальностей. Что заставило вас выбрать именно экологическую медицину?

Дело было в 1972 г., когда Организация Объединенных Наций проводила в Стокгольме свою первую конференцию по окружающей среде, а мой брат был пресс-секретарем министра окружающей среды Дании. Я смотрел новости по телевизору – тогда он

by pollution victims with banners saying “Stop industrial pollution, it is a danger for human health.” I was shocked to see that because I hadn’t learnt anything about this at medical school. It turned out that the demonstrators came from Minamata, Japan, where mercury pollution was causing terrible health problems.

I particularly remember a teenage girl who clearly had movement and speech problems. After graduation I started doing research in this field and some years later I visited Minamata; I was able to meet her and tell her what a great inspiration she had been. I have been back many times to meet her and to discuss with Japanese colleagues how we can best learn from the mistakes of the past and target our research so that we can understand what exactly we need to do to better protect human health.

So you were motivated by a feeling of injustice that physicians were not taking this up?

Exactly! I have also been very much aware that we need to translate what we know as researchers into language that can be appreciated more widely and used by decision-makers in society.

You are passionate about protecting unborn children from the effects of chemicals. What drew you to that particular aspect of environmental medicine?

My first research was on lead and then I embarked on studying methylmercury and pesticides. I could see that the most severe symptoms were always in children exposed early in life and that damage could occur at levels of exposure that would be almost harmless to adults. I realized that this was because of the vulnerability of human beings during early development and, in particular, the human brain. You only have one chance to develop a brain: you can’t go back and say “Whoops, something went wrong here.” and do it all over. Adverse effects encountered in early life often lead to permanent damage.

If your development is harmed by toxic chemicals, it can affect you for the rest of your life. We must take the brain more seriously, particularly to ensure the optimal function of the brains of the next generation and beyond.

еще был черно-белым, и только с одним каналом. В новостях показывали репортаж из Стокгольма, с кадрами демонстрации жертв загрязнения окружающей среды. В руках у них были транспаранты, на которых было написано «Остановите промышленное загрязнение окружающей среды – оно опасно для здоровья людей». Я был просто поражен, ведь в медицинском институте нам об этом ничего не говорили. Оказалось, что протестующие приехали из японского города Минамата, где загрязнение ртутью породило кошмарные проблемы для здоровья людей.

Мне особенно запомнилась девочка-подросток, у которой были явные проблемы с движениями и с речью. После института я начал заниматься исследованиями в этой области и через несколько лет посетил Минамату. Мне удалось встретиться с ней и сказать, какое влияние оказала на меня ее история. Я много раз возвращался в Японию, чтобы снова встретиться с ней, а также вместе с японскими коллегами обсудить, какие выводы делать из ошибок прошлого и на чем именно сосредоточить наши исследования, чтобы в точности понять, что мы должны делать для того, чтобы защитить здоровье людей.

Получается, что вы считали несправедливым то, что медики не обращали на эту проблему никакого внимания, и именно это мотивировало Вас?

Именно! Я также очень хорошо понимал необходимость перевода наших знаний с языка исследователей на язык, который будет понятным и приемлемым для лиц, ответственных за принятие решений в нашем обществе.

Вы страстный поборник защиты нерожденных детей от воздействия химических веществ. Что привлекло Вас именно к этому аспекту экологической медицины?

Мое первое исследование было посвящено свинцу, потом изучал метилртуть и пестициды. Я видел, что самые тяжелые симптомы всегда проявлялись у детей, которые подверглись воздействию этих веществ на ранних этапах жизни, и что у детей к нарушениям могут привести даже такие уровни воздействия, которые для взрослых были бы практически безвредны. Я понял, что так происходит потому,

As a member of the World Health Organization (WHO) Regional Office for Europe's European Advisory Committee on Health Research, what particular role do you think research has in health?

One of the key problems in regards to current biomedical research is that we are too often chasing the same problems over and over. I did a study a few years ago where I looked at 10 years of publications in 78 major toxicology, public health and occupational health journals. We analysed over 120 000 articles to see which chemicals were most often studied. The top 10 were all metals: there were more than 1000 articles every year on lead. We are running the risk of polishing the same stone on the beach more and more rather than looking at the other pebbles and trying to turn them over and figure out what they represent. It's like a vicious circle, where one publication generates the need for another one. But where is the action?

Some years ago, the United States Environmental Protection Agency generated a list of about a dozen harmful chemicals. I think three or four of those substances did not result in any publications during the following years, while in the meantime thousands of publications have been generated about metals. Society needs more information on substances and hazards that haven't been covered before, and we need more information on the risks that we are uncertain about. We need to be more visionary, we need to take more risks with our science and we should be more active in regards to providing evidence that can be easily translated into public policy.

Where do you think we'll be in 10 years in the domain of environment and health?

My hope is that there is going to be a closer connection between policy-making, human health and research. I'd also like to see stringent requirements to document side-effects and adverse effects with regard to environmental risks, as is already happening with pharmaceuticals. I have a list of 12 specific "chemical brain-draining" substances about which we have sufficient evidence to say that they are very hazardous to brain development. But I also have a list of another 200 substances that we know can enter the brain and damage brain cells, resulting in neurological disease or symptoms. Half of these are very commonly used in industry and daily life, but their effects on children are

что в период раннего развития организм человека – и в первую очередь его мозг – особо уязвим. Для развития мозга человеку дается лишь один шанс. Мы не можем повернуть время вспять, сказать: «Что-то у нас пошло не так,» – и начать все заново. Негативные воздействия в раннем возрасте часто ведут к необратимым повреждениям.

Если развитие человека подверглось негативному воздействию токсичных химикатов, то последствия такого воздействия могут ощущаться всю его последующую жизнь. Мы должны серьезнее относиться к мозгу, в особенности к тому, что касается оптимальной работы мозга у следующего и у будущих поколений людей.

Вы – член Европейского консультативного комитета по научным исследованиям в области здравоохранения Европейского регионального бюро Всемирной организации здравоохранения. Какую, по Вашему мнению, роль в охране здоровья играют научные исследования?

Главная проблема современных медико-биологических научных исследований заключается в том, что часто мы занимаемся одними и теми же проблемами, снова и снова. Несколько лет назад я изучил публикации, напечатанные в течении 10 лет в 78 крупнейших научных журналах по токсикологии, общественному здравоохранению и по гигиене труда. В ходе этого исследования я проанализировал свыше 120 000 статей: я хотел знать, какие химикаты изучались чаще всего. В первую десятку веществ вошли исключительно металлы – так, только лишь свинцу посвящалось более 1000 статей в год. Образно говоря, мы рискуем заниматься полировкой одного и того же камня, вместо того чтобы увидеть, что на пляже есть и другие камни, попытаться заглянуть под них и понять, что они собой представляют. Это настоящий заколдованный круг, где одна публикация требует выпуска следующей, и так далее. Но помимо этого нам же нужно еще и действовать!

Несколько лет назад Агентство США по охране окружающей среды составило список, включавший около десятка опасных химикатов. Мне представляется, что после появления этого списка три или четыре указанных в нем вещества не упоминались в публикациях ни разу, тогда как о металлах были

poorly documented. That does not mean that they are safe! As a researcher, I want to defend, and to advocate for better protection of, children's brains. I would like WHO to guide the protection of health, of course, but also to focus in particular on the brain functions of the next generation. We are going to need some very smart people in the future to help compensate for the damage we have done to the environment and to our fellow human beings. I think both humankind and this planet are going to be very dependent on how smart our children and grandchildren are.

Disclaimer: The interviewee alone is responsible for the views expressed in this publication and they do not necessarily represent the decisions or policies of World Health Organization.

написаны многие тысячи публикаций. Обществу требуется больше информации о веществах и угрозах, которые не рассматривались ранее, а также больше информации о рисках, в отношении которых пока что существует неопределенность. Мы должны быть дальновидными, мы должны быть готовы идти на риск в науке, и мы должны активнее добывать фактические знания, которые легко могут быть переведены в государственную политику.

По Вашему мнению, какой будет ситуация в области окружающей среды и охраны здоровья через 10 лет?

Я надеюсь, что за это время укрепится связь между формированием политики, здоровьем людей и научными исследованиями. Я хочу, чтобы более жесткими стали требования к документальному учету побочных эффектов и негативного воздействия в том, что касается экологических рисков, по аналогии с тем, как это происходит в отношении лекарств. У меня есть список из 12 веществ – «химических врагов мозга» – по которым у нас есть достаточно фактических данных для того, чтобы утверждать, что они чрезвычайно опасны для развития мозга. Но у меня есть и список из еще 200 веществ, которые, как мы знаем, могут попадать в мозг и повреждать мозговые клетки, что приводит к неврологическим заболеваниям или симптомам. Половина этих веществ очень широко используются в промышленности и в нашей повседневной жизни, и их воздействие на детей изучено и описано очень плохо. Но это не значит, что они безопасны! Я, как исследователь, хочу стоять на защите мозга ребенка. Я хочу, чтобы рекомендации ВОЗ стояли на страже здоровья и чтобы особое внимание в них уделялось защите функции мозга для будущих поколений. В будущем нам будут нужны действительно умные люди, которые помогут возместить ущерб, который мы нанесли окружающей среде и нашим собратьям. Я думаю, что будущее человечества и нашей планеты будет напрямую зависеть от того, насколько умными окажутся наши дети и внуки.

Ограничение ответственности: Гость рубрики несет самостоятельную ответственность за мнения, выраженные в данной публикации, которые необязательно представляют решения или политику Всемирной организации здравоохранения.

Original research

THE OSTRAVA REGION, CZECH REPUBLIC: IMPACT OF AIR POLLUTION ON CHILDREN'S HEALTH

Radim J. Sram¹, Antonin Ambroz¹, Miroslav Dostal¹, Katerina Honkova¹, Jana Hajslova², Jana Pulkrabova², Katerina Urbancova², Vit Kosek², Milos Veleminsky Jr.³

¹ Institute of Experimental Medicine, CAS, Prague, Czech Republic

² Faculty of Food and Biochemical Technology, University of Chemistry and Technology, Prague, Czech Republic

³ Faculty of Health and Social Studies, University of South Bohemia, and Hospital Ceske Budejovice, a.s., Ceske Budejovice, Czech Republic

Corresponding author: Radim J. Sram (email: sram@biomed.cas.cz)

ABSTRACT

Introduction: The Moravian-Silesian Region (MSR) is heavily polluted, especially due to heavy industry and local heating, and concentrations of benzo[a]pyrene [B(a)P] are among the highest in the European Union.

Methods: To verify the impact of air pollution on the health of the population in the MSR, the morbidity of children was analysed in three studies which are reviewed: 1) morbidity in children; 2) asthma bronchiale in children; and 3) impact of air pollution on the genome of newborns. Morbidity in children was studied in

10 pediatric districts in Ostrava City. Asthma bronchiale was studied in children from Ostrava-Radvanice and the control district of Prachatice, southern Bohemia, by gene expression profiles. The impact of air pollution on the genome of newborns was studied in the district of Karvina and the control district of Ceske Budejovice.

Results: In asthmatic children from Ostrava, increased gene expression corresponded to the non-allergic type of asthma. Concentrations of benzo[a]pyrene in the winter

of 2014 were 5.36 ± 3.64 vs. 1.45 ± 1.19 ng/m³ in CB, $P < 0.001$ in Karvina. In newborns in the polluted district of Karvina, increased oxidative damage affecting immunodeficiency pathways and the neurotrophin signalling pathway, higher amounts of OH-metabolites of PAHs in urine, as well as increased respiratory morbidity in children up to two years of age were observed.

Conclusion: Studies in the Moravian-Silesian Region indicate a significant impact of air pollution on children's health

Keywords: AIR POLLUTION, GENE EXPRESSION, OXIDATIVE DAMAGE, PAHS IN URINE, RESPIRATORY MORBIDITY IN CHILDREN

INTRODUCTION

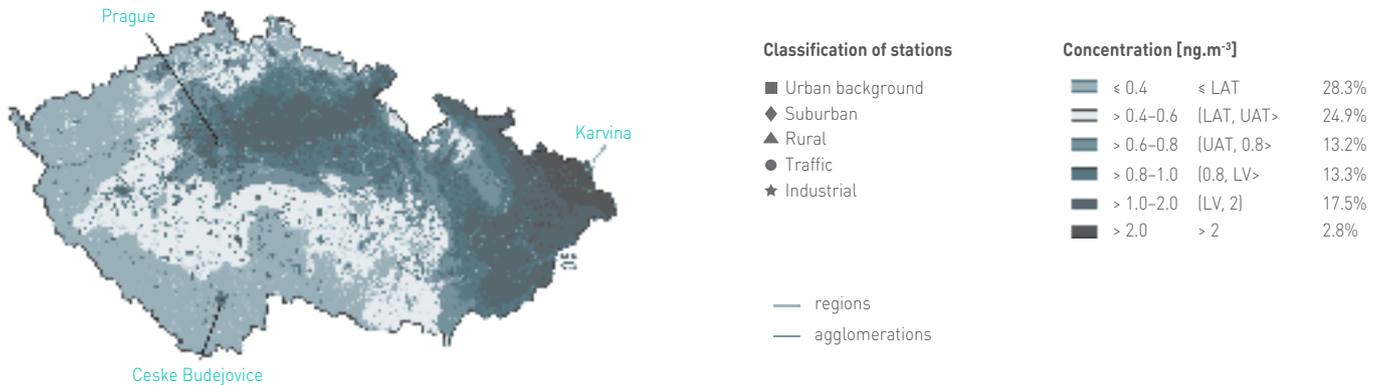
MORAVIAN-SILESIA REGION

The Moravian-Silesian Region (MSR) is a heavily populated, industrial area situated in the easternmost part of the Czech Republic (CR), covering 5428 km² with 1.21 million inhabitants (1). The MSR is situated in a basin bordered by mountains to the west, east, and partially to the south, with frequent temperature inversions occurring in the winter. The MSR administrative structure consists of six districts including, from west to east, Bruntal, Opava, Novy Jicin, Ostrava City, Karvina and Frydek-Mistek. The Karvina district is one of the most densely populated districts in the Czech Republic, with

712 inhabitants/km². Since the second half of the 18th century, the region has been characterized by coal mining, the processing of coal, and metallurgy. Currently, the most important industries are metallurgy, steel and coke production, coal mining, and power generation. The population density in the MSR is also associated with a high intensity of local vehicular transport and local heating. Approximately 50% of the inhabitants use central heating, 34% natural gas, 10% coal, 3% electricity and 3% wood (2).

To verify the impact of air pollution on the health of the population in MSR, we analysed the morbidity of children in three studies: 1) morbidity in children; 2) asthma bronchiale in children; and 3) impact of air

FIG. 1. BENZO[A]PYRENE CONCENTRATIONS IN THE CZECH REPUBLIC, YEAR 2015 (3)



pollution on the genome of newborns. The methods used in these studies are detailed in the original references. This paper is the review of the results obtained from these studies.

The MSR population is exposed to high concentrations of PM_{2.5} which exceed the EU standard of 25 mg/m³/year. Similarly, the concentrations of B[a]P in the MSR are several times higher than the EU standard of 1 ng/m³/year (Fig. 1). In the district of Ostrava Radvanice-Bartovice, the concentrations of B[a]P are the highest in the Czech Republic. Comparing air pollution between 2010 and 2015, it appears that concentrations of PM_{2.5} decreased in the MSR, but surprisingly, there is no change in the concentration of B[a]P in Ostrava Radvanice-Bartovice (3).

Monthly concentrations of B[a]P in Ostrava Radvanice-Bartovice and Karvina during the winter period are higher than 20 ng/m³, with the potential to significantly affect the pregnancy outcome (4) as well as the DNA fragmentation in sperm (5).

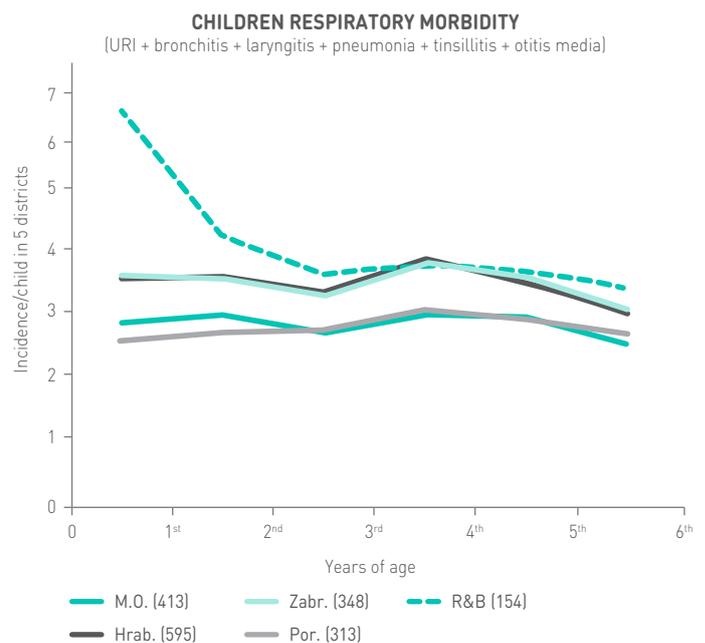
RESULTS/APPROACH

MORBIDITY IN CHILDREN

In 10 pediatric districts in the city of Ostrava, morbidity was monitored in children born from 2001 to 2004 up to five years of age (n = 1888) (6). The pediatricians abstracted medical records in ICD-10 codes (International Codes of Diseases). Comparisons of the detailed age-specific morbidity of 1655 children born and living in the district of Ostrava Radvanice-Bartovice showed a significantly higher incidence

of acute illness compared to children in other parts of Ostrava. These children suffered from a higher incidence of acute respiratory disease in the first year of life (Fig. 2) and a higher prevalence of asthma bronchiale (37.1%, n = 170) compared to other parts of Ostrava (10.2–13.2%, n = 1287) (6). From birth until the age of five years, the incidences of pneumonia, tonsillitis, viral infections and intestinal infectious diseases were also several times higher in children living in the district of Ostrava Radvanice-Bartovice. Prenatal exposure to PAHs may be associated with altered lymphocyte immuno-phenotypic distribution

FIG. 2. CHILDREN RESPIRATORY MORBIDITY IN THE DIFFERENT DISTRICTS OF OSTRAVA CITY



(Districts: M.O.: Moravská Ostrava, Hrab.: Hrabuška, Zabř.: Zabřeh, Por.: Poruba, R & B: Radvanice/Bartovice)

in cord blood and possible changes in cord serum immunoglobulin E levels, as proposed by Hertz-Picciotto et al. (7). We can hypothesize that high concentrations of PAHs affect maturation of the immune system. Therefore, children from a more polluted region suffer from higher respiratory morbidity, especially in their first year of life.

ASTHMA BRONCHIALE IN CHILDREN

The task of this study was to evaluate the impact of air pollution on gene expression in children, and to analyse if there is any specific effect on the origin and development of asthma bronchiale. Specifically, we compared gene expression profiles in the leukocytes of asthmatic children with those in children without asthma, using Illumina HumanHT-12 BeadChip. This included a group of 200 children – 100 asthmatic and 100 healthy children – aged 6 to 15 years living in the district of Ostrava Radvanice/Bartovice, and a control group of 200 children – 100 asthmatic and 100 healthy children – living in the district of Prachatice (southern Bohemia) (8).

Comparing the first signs of asthma bronchiale (e.g. wheezing), the prevalence in Ostrava was approximately 60% of the cases diagnosed up to the age of 3.5 years, while in Prachatice it was only 25%.

Gene expression was analysed in 368 samples, and RNA was hybridized on whole genome chips with more than 20 000 coding genes per chip. Samples were evaluated according to locality and disease (i.e. Ostrava-asthma, Ostrava-control, Prachatice-asthma, and Prachatice-control). Differences in gene expression were checked by the statistical tests, t-test and ANOVA. When children were compared, according to locality and the change in the gene expression >1.5, we observed 64 deregulated genes. When we compared Ostrava-asthma with Ostrava-control, we observed 12 deregulated genes. Comparing Prachatice-asthma with Prachatice-control, we observed 17 deregulated genes. Using Venn diagrams, genes that were specific to asthma in Ostrava and to Prachatice were found to differ completely, while no one gene was observed in both localities. Effects were further observed for the MAPK signalling pathway ($p < 0.01$ 1.5 fold) in Ostrava, and for the cytokine-cytokine receptor interaction pathway ($p < 0.01$ 1.5 fold) in Prachatice.

Selected genes were verified using the qPCR method. For asthmatic children from Prachatice, the results showed an increased expression of the genes *SIGLEC8*, *CLC*, *CCL23* and *CACNG6* (relationship to the presence of eosinophils–eosinophilic inflammation is related to the allergic type of asthma) corresponding to the allergic phenotype. For asthmatic children from Ostrava, increased gene expression corresponded to the non-allergic phenotypes *DEFA4* (relationship to the presence of neutrophils), *AHSP* (stabilization of haemoglobin), and *HBG2* (part of fetal haemoglobin, with a higher affinity to oxygen). Accordingly, we may ask if the increased expression of the genes *HBG2* and *AHSP* is related to hypoxia in Ostrava children, or if it is related to changes in hematopoiesis. The significant difference in the gene expression was observed comparing children from Ostrava and Prachatice, which is probably related to the dissimilarity of air pollution between these two regions, especially in the level of B[a]P exposure.

This study is unique because it is the first time when whole genome microarrays were used to analyse the relationship between air pollution and asthma bronchiale. The results suggest the distinct phenotype of asthma in children living in the polluted Ostrava region compared to children living in Prachatice.

Rosnerova et al. (9) studied DNA methylation in the same children. They observed a significantly different methylation pattern in 58 CpG sites in children from Ostrava compared to children in Prachatice. The methylation of all of these 58 CpG sites was lower in children from Ostrava which indicates a higher gene expression in comparison with the control Prachatice region. The patterns of methylation in asthmatic children also differed similarly between both regions.

Studying gene expression and DNA methylation in children is a new approach that allows us to better understand the effects of air pollution on human health, and to evaluate the significance of induced changes to the morbidity of children as well as morbidity in adulthood (10).

IMPACT OF AIR POLLUTION ON THE GENOME OF NEWBORNS

In the Czech Republic, the Moravia-Silesian Region is the region most polluted by $PM_{2.5}$ and c-PAHs, as B[a]P is emitted by heavy industry and local heating systems. Accordingly, the impact of air pollution on

newborns was studied in two districts: the exposed district of Karvina (MSR, northern Moravia) and the control district of Ceske Budejovice (southern Bohemia). Biological material from newborns and their mothers was collected in the summer and winter seasons. This project was very complex, analysing the concentrations of PAHs in: (i) ambient air and the diet of mothers; (ii) the breast milk of mothers; (iii) the urine of mothers and newborns; and (iv) its impact on biomarkers of genetic damage as DNA adducts and gene expression, biomarkers of oxidative stress (8-oxodG adducts and lipid peroxidation).

The samples were collected in the Ceske Budejovice Hospital, Department of Obstetrics and Department of Neonatology; and in the Karvina Hospital, Department of Obstetrics and Department of Neonatology. The study was approved by the Ethics Committee of both hospitals and the Institute of Experimental Medicine CAS in Prague. The samples were collected from the normal deliveries (38-41 week+) of non-smoking mothers and their newborns in the summer and winter season to account for differences in air pollution. The samples included venous blood and urine from 99 mothers (summer) and 100 mothers (winter) in Ceske Budejovice, a locality with relatively clean air, and 70 mothers (summer) and 73 mothers (winter) in Karvina, a locality with high air pollution. In addition, cord blood and urine samples were taken from 99 newborns (summer) and 100 newborns (winter) in Ceske Budejovice, and from 71 newborns (summer) and 74 newborns (winter) in Karvina.

AIR POLLUTANTS EXPOSURE

c-PAHs bound to PM_{2.5} were collected by a High Volume Air Sampler (model ECO-HVS3000, Ecotech, Australia) on Pallflex membrane filters (EMFAB, TX40HI20-WW) for two months during the period of biological sample collection (11).

In Karvina, the concentration of PM_{2.5} was higher than in Ceske Budejovice in the summer of 2013 (mean ± SD: 20.41 ± 6.28 vs. 9.45 ± 3.62 µg/m³, *P* < 0.001) and in the winter of 2014 (mean ± SD: 53.67 ± 19.76 vs. 27.96 ± 12.34 µg/m³, *P* < 0.001). Similarly, the concentration of B[a]P was higher in Karvina than in Ceske Budejovice in the summer of 2013 (mean ± SD: 1.16 ± 0.91 vs. 0.16 ± 0.26 ng/m³, *P* < 0.001) and in the winter of 2014 (5.36 ± 3.64 vs. 1.45 ± 1.19 ng/m³, *P* < 0.001). The concentrations of air

pollutants were higher in the winter season than in the summer season for both locations (12).

DETERMINATION OF 8-OXODG

Oxidative DNA damage was measured as levels of 8-oxodG (8-oxo-7,8-dihydro-2'-deoxyguanosine) (13). Levels of 8-oxodG were determined through the use of a Highly Sensitive 8-OhdG Check ELISA kit (JaICA, Shizuoka, Japan).

Levels of 8-oxodG in newborns were more elevated in the Karvina samples than in the Ceske Budejovice samples (mean ± SD: 5.70 ± 2.94 vs. 4.23 ± 1.51 nmol/mmol creatinine, *P* < 0.001, respectively). This is in agreement with the fact that the concentration of air pollutants was higher in Karvina than in Ceske Budejovice. These results indicate that, in newborns, 8-oxodG levels tend to increase as air pollutant concentrations increase in the winter season (12).

15-F2T-ISOPROSTANE IMMUNOASSAY

Blood plasma 15-F2t-isoprostane levels (15-F2t-IsoP), a marker for lipid peroxidation, were analysed using immunoassay kits from the Cayman Chemical Company (Ann Arbor, MI, USA) (14).

Lipid peroxidation in newborn winter samples in Karvina was significantly higher compared to that in summer samples (15-F2t-IsoP, mean ± SD: 104.26 ± 38.18 vs. 64.24 ± 26.75 pg/ml plasma *P* < 0.001, respectively).

When we separately analysed the impact of air pollution on oxidative stress in newborns in the polluted region of Karvina, the results of multivariate regression analysis showed PM_{2.5} concentrations to be a significant predictor for 8-oxodG levels. Exposure to PM_{2.5} and B[a]P was shown to be a significant predictor of the induction of lipid peroxidation (12).

GENE EXPRESSION PROFILES OF AIR POLLUTION EXPOSURE IN NEWBORNS

The modulation of gene expression profile was analysed and several specific genes were detected in groups of 231 newborns in Karvina and Ceske Budejovice during the winter and summer seasons. RNA was isolated from frozen umbilical cord blood and hybridized on Illumina HumanHT-BeadChip. This unique study compares whole genome changes caused by air pollution in newborns at the time of delivery. Differences in gene expression were checked by t-test

and ANOVA. Deregulated genes were identified using a linear model and study groups were compared. We observed differences in gene expression > 1.5 (upregulated) and < 0.67 (downregulated) for 75 specific genes in Karvina newborns compared to those in Ceske Budejovice, and 127 specific deregulated genes in Karvina newborns compared between the winter and the summer period. These groups of genes were analysed for function annotation of biochemical pathways and we found locality and season-specific pathways (15).

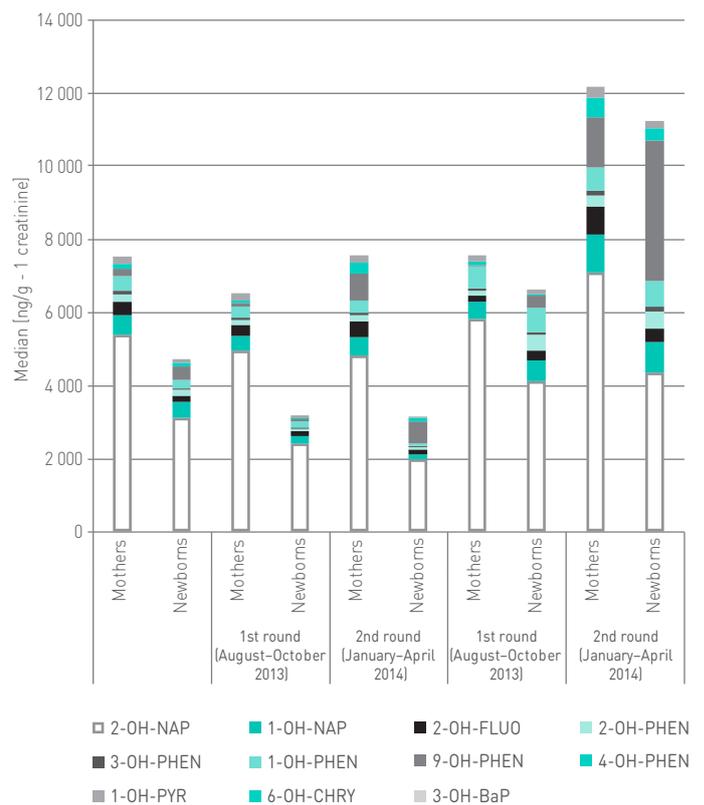
Significant affected pathways were primary immunodeficiency pathways (five genes in pathway, $P < 0.05$ in the Karvina winter compared to the Ceske Budejovice winter) or the neurotrophin signalling pathway (nine genes, $p < 0.07$ in the Karvina winter compared to the Karvina summer). The affecting of the neurotrophin signalling pathway can play an important role in the development of neurons in the brain, because the crucial gene of pathway *BDNF* (Brain-derived neurotrophic factor) coding proteins influences differentiation, growth and survival neurons. A recent study describes the lower placental expression of *BDNF* with an increase *in utero* exposure of $PM_{2.5}$ (16). The affecting of neurodevelopment processes may result in incidences of epilepsy, neurodegenerative diseases or impacts on memory (17). The downregulation of *BDNF* was observed using the qPCR method for Karvina (2.1 times decreasing in winter and 1.9 times decreasing in summer) compared to Ceske Budejovice. Through other deregulated genes, we observed higher expression *IL10* (interleukin 10) in the Karvina winter compared to the Karvina summer ($FC 1.73$, $P < 0.01$) which can symbolize a higher activity of inflammatory immune processes.

Using multivariate regression analysis, 3865 genes were found which correlate with exposure data ($PM_{2.5}$ and B[a]P). One significant (0.51 , $P < 0.001$) gene *CHD8* (Homo sapiens chromodomain helicase DNA binding protein 8) was found in relation to B[a]P. *CHD8* is a repressor of transcription by remodelling of the chromatin structure, especially in fetus development. A current study (18) finds that mutation of the *CHD8* gene is associated with an increased risk of autism spectrum disorders (ASD) and this supports the hypothesis that *CHD8* may play a central role in neuronal cell development and ASD risk.

ANALYSIS OF OH-PAHS IN URINE

For the urine of mothers and newborns, monohydroxylated-metabolites of PAHs (OH-PAHs) were analysed (19). While the content of Σ OH-PAHs in mothers' urine collected in the summer period was comparable in both Karvina and Ceske Budejovice in the winter period, the samples from the Karvina region showed 1.5 times higher amounts of exposure markers. The amounts of Σ OH-PAHs in newborns' urine samples from highly industrialized Karvina in the winter season were 1.5 times higher than in the summer season collected in the same locality and 3.3 times higher when compared with the less polluted locality of Ceske Budejovice. This was probably related to the air pollution caused by heavy industry and local heating (Fig. 3).

FIG. 3. CONCENTRATIONS (NG/G CREATININE) OF DETECTED OH-PAHS IN THE URINE SAMPLES OF MOTHERS AND NEWBORNS



ANALYSIS OF PLASMA LIPIDOME

In addition to 'classic' parameters monitored in previous studies, a novel approach, based on non-target metabolomic fingerprinting, was involved in this case. The objective was to get more comprehensive information on the effect of polluted

air on exposed individuals. It is estimated that there are approximately 3000 endogenous or common metabolites in the human metabolome (by definition, this involves all low molecular weight compounds – up to approximately 1500 Da – occurring in tissues or biofluids). In this study, lipidome, consisting of various lipid classes, was investigated, since they are dominating in human plasma. It is worth noting that, in general terms, metabolome is inherently very dynamic: small molecules are continuously absorbed, synthesized, and degraded, and interact with other molecules, both within and between biological systems, and with the external environment.

Plasma from mothers and newborns was investigated (after deproteination) employing ultra-high performance liquid chromatography coupled with high resolution mass spectrometry (UHPLC-HRMS). The obtained data were subjected to multivariate statistics in search of specific patterns of compounds for sample groups, which were defined by the sampling locality and season. Apart from the obvious differences between the lipidome of mothers and newborns, several other patterns could be observed. The most pronounced difference in the mothers and newborns groups related to the season, while the effect of the locality was rather negligible. As an example, the grouping of newborns in the winter season by locality is shown in Fig. 4. One of the key compounds, but not the only one, contributing to the separation of the two groups was hydroxy eicosatetraenoic acid. The concentration of this metabolite was below the detection limit in the plasma of newborns from Ceske Budejovice, while it was fairly higher in the plasma/serum of newborns from Karvina. Higher oxidation stress in Karvina during the winter season might be the conceivable cause. In any case, the research on this challenging fact is ongoing (20).

ANALYSIS OF PAHS IN HUMAN BREAST MILK AND DIET

Parent compounds (24 PAHs) were analysed in human breast milk samples (21). The results of this unique study focused on a critical assessment of the impact of atmospheric pollution, by PAHs, in Ceske Budejovice and Karvina, in the summer and winter, on the contamination of breast milk collected from resident mothers. As regards c-PAHs, B[a]P was detected in only 19 of 324 of the analysed samples, constituting about 0.4% of the total PAHs amount. Comparing the

FIG. 4. STATISTICAL SEPARATION OF A SAMPLE SET OBTAINED ON NEWBORNS IN THE WINTER SEASON: SAMPLES COLLECTED IN CESKE BUDEJOVICE ARE IN GREY; SAMPLES COLLECTED IN KARVINA ARE IN GREEN.

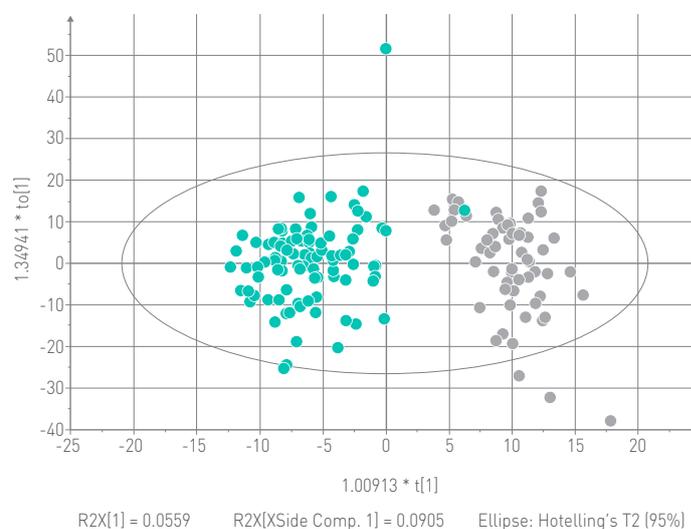
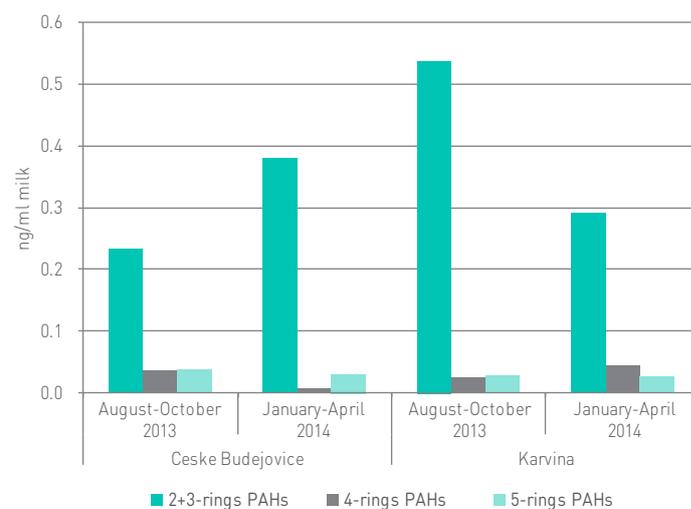


FIG. 5. COMPARISON OF PAH LEVELS IN HUMAN BREAST MILK IN DIFFERENT LOCALITIES AND SAMPLING PERIODS



[2 + 3-rings PAHs: NA, AC, ACL, FL, PHE, AN; 4-rings PAHs: FA, PY, BaA, CHR, BcF, 5MC; 5 + 6-rings PAHs: BbFA, BkFA, BjFA, BaP, DBaA, IP, BghiP, CPP, DBaP, DBaeP, DBaP, DBaP]

winter and summer data, in both localities, higher concentrations were measured in winter samples (Fig. 5). The significant difference between the sampling localities is also documented in this figure: higher concentrations of PAHs were measured in milk samples from the Karvina district, which corresponded to PAH amounts in air, but the PAHs profiles were very similar in both localities.

The obtained data were used further for the estimation of the contribution of ingestion to total intake. This is quite variable for individual compounds, and in the summer, constituted between 50% and 95% of the total intake, while in the winter, in the heavily air-contaminated industrialized Karvina locality, inhalation was unambiguously the dominant pathway. Adverse pregnancy outcomes may be affected by lifestyle. For example, the effects of smoking and passive smoking are known (22) and it is understood among Czechs that pregnant mothers should not smoke. This habit is also affected by education and social standards.

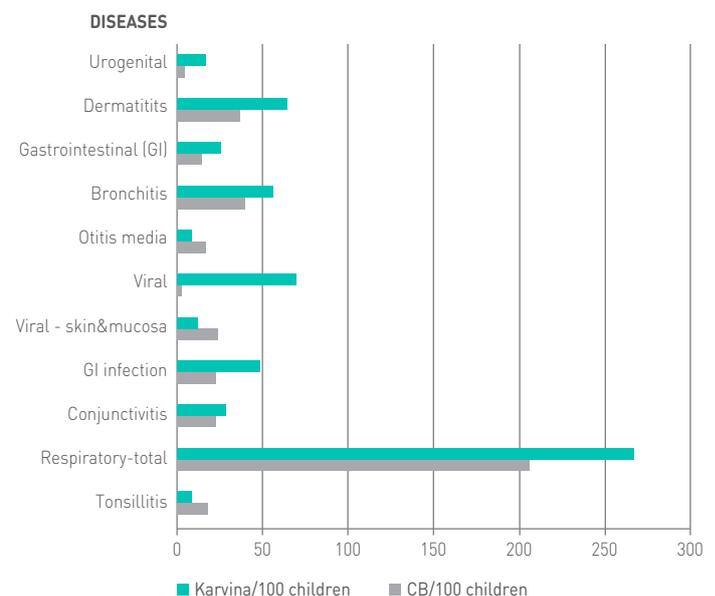
Another marker of a healthy lifestyle is diet. A recent study on the quality of diet for pregnant mothers in Ceske Budejovice revealed the low nutritional quality of food consumed: regarding recommended daily doses, vegetables constituted only 22.8%, fruits 61.8%, and milk 30.2%. Here, real samples of the diet of mothers – 10 in the summer of 2013 and 10 in the winter of 2014, representing 25% of daily food intake – were collected for seven days and two weeks before the expected term of delivery. The quality of the diet of mothers and intake of vegetables were negatively correlated with the DNA adduct levels of newborns (23). These results confirm that a sufficient intake of antioxidants may improve the detoxification mechanism of PAHs in pregnant mothers (10).

CHILD MORBIDITY

Postnatal development and morbidity were compared from birth until the age of two years in children born and living in the districts of Karvina and Ceske Budejovice. Maternal consent for the study was obtained during the admission of mothers at the Departments of Obstetrics in Ceske Budejovice and Karvina. Postnatal follow-up was successfully performed on 179 children (out of 216) registered with 48 pediatric offices in Ceske Budejovice, and on 121 children (out of 148) registered with 28 pediatric offices in Karvina. Also taking part in the study were 28 pediatricians and their nurses in Karvina, and 48 pediatricians and their nurses in Ceske Budejovice. All pediatric offices were visited to provide lists of children, who were selected to the cohort as newborns, as well as the pediatric and maternal questionnaire. The questionnaires were completed for 178 children in Ceske Budejovice and 126 children in Karvina. When postnatal growth and development of children (body

weight, length, and head circumference at 3, 6, 12 and 18 months) were compared, there were no differences between children in the two localities. For the analyses of child morbidity, the diagnoses of diseases affecting children (presented in the International classification codes: ICD-10) were grouped into 20 classes. The five most frequent illnesses in the first 24 months of life were gastrointestinal infections, dermatitis, tonsillitis, viral infections of skin and mucous membranes, and viral diseases. The lowest incidence was in the first six months. Differences between the incidences of the disease, based on the season that children were born in, were negligible. The highest incidence was observed with the group of diagnoses related to upper respiratory infections (J00, J01, J02, J04, J05 and J06). When expressed as the incidence for 100 children, the incidence of urogenital diseases, dermatitis, viral diseases, and infections of the gastrointestinal system and upper respiratory infections was statistically significantly higher in children living in Karvina than in children living in Ceske Budejovice. Considering other studies on child morbidity, including the previous study in the frame of the UFIREG program of the European Union (24), it may be concluded that the above findings are due to Karvina's more polluted environment. However, this hypothesis should be supported by further analysis including the influence of indoor and family factors (25).

FIG. 6. MORBIDITY IN CHILDREN UP TO TWO YEARS OF AGE IN THE DISTRICTS OF KARVINA AND CESKE BUDEJOVICE



CONCLUSION

Studies in the Moravian-Silesian Region indicate a significant impact of air pollution on children's health. During the past years, new and original results were obtained related to:

- a) Changes in gene expression in asthmatic children due to increased concentrations of B[a]P.
- b) Increased oxidative damage in newborns.
- c) The impact of air pollution in deregulating gene expression in immunodeficiency pathways and the neurotrophin signalling pathway.
- d) The impact of PAHs in polluted air on the OH-metabolites of PAHs in urine.
- e) The impact of air pollution on metabolomics fingerprinting.
- f) The impact of air pollution on increased respiratory morbidity in children up to two years of age.

Acknowledgements: This study was supported by the Grant Agency of the Czech Republic (#13-13458S). The authors deeply appreciate the support of Dr. Radek Susil, Vice-Director of Karvina-Raj Hospital, and Dr. Bretislav Schon, Director of Ceske Budejovice Hospital. This study would not have been possible without the close cooperation of all obstetricians, pediatricians, nurses and laboratory workers in both hospitals, as well as pediatricians from Ostrava City and the districts of Karvina, Ceske Budejovice and Prachatice.

Sources of funding: None declared.

Conflicts of interest: None declared.

Disclaimer: The authors alone are responsible for the views expressed in this publication and they do not necessarily represent the decisions or policies of the World Health Organization.

Abbreviations: ASD, autism spectrum disorders; B[a]P, benzo[a]pyrene; *BDNF*, brain-derived neurotrophic factor; 15-F_{2t}-IsoP, 15-F_{2t}-isoprostane; MSR, Moravian-Silesian Region; 8-oxodG, 8-oxo-7,8-dihydro-2-deoxyguanosine; OH-PAHs, monohydroxylated-

metabolites of PAHs; PM_{2.5}, particulate matter of aerodynamic diameter <2.5 μm; PAHs, polycyclic aromatic hydrocarbons; ROS, reactive oxygen species; SPE, Solid Phase Extraction; WHO, World Health Organization.

REFERENCES

1. Czech Statistical Office 2016 (<http://www.czso.cz>, accessed 7 January 2017)
2. CENIA. Czech Environmental Information Agency, State of the Environment in Different Regions of the Czech Republic in 2009, CENIA 2011.
3. CHMI 2016 (http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/tab_roc_EN.html, accessed 7 January 2017).
4. Dejmek J, Solanský I, Beneš I, Leníček J, Šrám R J. The impact of polycyclic aromatic hydrocarbons and fine particles on pregnancy outcome. *Environ Health Perspect.* 2000;108:1159-1164.
5. Rubes J, Rybar P, Prinosilova P, Vezník Z, Chvatalova I, Solansky I, et al. Genetic polymorphisms influence the susceptibility of men to sperm DNA damage associated with exposure to air pollution. *Mutat Res.* 2010;683:9-15.
6. Dostal M, Pastorkova A, Rychlik S, Rychlikova E, Svecova V, Schallerova E, et al. Comparison of child morbidity in regions of Ostrava, Czech Republic, with different degrees of pollution: a retrospective cohort study. *Environ Health.* 2013;12(1):74.
7. Hertz-Picciotto I, Baker R J, Yap P S, Dostál M, Joad J P, Lipsett M, et al. Early childhood lower respiratory illness and air pollution. *Environ Health Perspect.* 2007;115:1510-1518.
8. Libalova H, Dostal M, Sram R J. Study of gene expression in asthmatic children living in localities with different extent of air pollution. *Ochrana Ovzduši.* 2011;23:13-17. [In Czech].
9. Rossnerova A, Tulupova E, Tabashidze N, Schmuczerova J, Dostal M, Rossner P, et al. Factors affecting the 27K DNA methylation pattern in asthmatic and healthy children from locations with various environments. *Mutat Res.* 2013;741-742:18-26.
10. Sram RJ, Binkova B, Dostal M, Merkerova-Dostalova M, Libalova H, Milcova A, et al. Health impact of air pollution to children. *Int J Hyg Environ Health.* 2013;216:533-540.
11. Topinka J, Rossner P, Jr, Milcova A, Schmuczerova J, Svecova V, Sram R J. DNA adducts and oxidative DNA damage induced by organic extracts from PM_{2.5} in an acellular assay. *Toxicology Letters.* 2011;202:186-92.

12. Ambroz A, Vlkova V, Rossner P, Jr, Rossnerova A, Svecova V, Milcova A, et al. Impact of air pollution on oxidative DNA damage and lipid peroxidation in mothers and their newborns. *Int J Hyg Environ Health*. 2016;219:545-556.
13. Rossner P, Jr, Mistry V, Singh R, Sram R J, Cooke M S. Urinary 8-oxo-7,8-dihydro-2'-deoxyguanosine values determined by a modified ELISA improves agreement with HPLC-MS/MS. *Biochem Biophys Res Commun*. 2013;440(4):725-30.
14. Rossner P, Jr, Svecova V, Milcova A, Lnenickova Z, Solansky I, Sram R J. Seasonal variability of oxidative stress markers in city bus drivers - Part II: Oxidative damage to lipids and proteins. *Mutat Res*. 2008;642(1-2):21-7.
15. Honkova K, Rossnerova A, Pavlikova J, Gmuender H, Svecova V, Veleminsky M, Jr, Sram RJ. Analysis of gene expression profile in newborns from districts with different level of air pollution. Poster, 47th Annual Meeting of Environmental Mutagenesis and Genomics Society, September 24-28, 2016, Kansas City, USA.
16. Saenen ND, Plusquin M, Bijnens E, Janssen BG, Gyselaers W, Cox B, et al. In Utero Fine Particle Air Pollution and Placental Expression of Genes in the Brain-Derived Neurotrophic Factor Signaling Pathway: An ENVIRONAGE Birth Cohort Study. *Environ Health Perspect*. 2015;123:834-40.
17. Mitre M, Mariga A, Chao MV. Neurotrophin signalling: novel insights into mechanisms and pathophysiology. *Clin Sci (Lond)*. 2017;131:13-23.
18. Stolerman ES, Smith B, Chaubey A, Jones JR. CHD8 intragenic deletion associated with autism spectrum disorder. *Eur J Med Genet*. 2016;59:189-94.
19. Urbancova K, Lankova D, Rossner P, Rossnerova A, Svecova V, Tomaniova M, et al. Evaluation of 11 polycyclic aromatic hydrocarbon metabolites in urine of Czech mothers and newborns. *Sci Total Environ*. 2017;577:212-219.
20. Kosek V, Pulkrabova J, Sram R, Hajslova J. Analysis of plasma lipidome in mothers and newborns from differently burdened regions. Conference. Impact of air pollution 2016 to human health, Czech Academy of Sciences, December 7, 2016, Prague, Czech Republic.
21. Pulkrabova J, Stupak M, Svarcova A, Rossner P, Rossnerova A, Ambroz A, et al. Relationship between atmospheric pollution in the residential area and concentration of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in human breast milk. *Sci Total Environ*. 2016;562:640-647.
22. Dejmek J, Solansky I, Podrazilova K, Sram R J. The exposure of non-smoking and smoking mothers to environmental tobacco smoke during different gestational phases and fetal growth. *Environ Health Perspect*. 2002;110:601-606.
23. Honkova K, Pavlikova J, Rossnerova A, Rossner P, Milcova A, Topinka J, et al. Quality of diet of pregnant mothers and its effect on DNA damage in newborns. Proceedings of the 44th Annual Meeting of European Environmental Mutagenesis and Genomics Society, August 23-26, 2015, Prague, Czech Republic, p. 203.
24. Lanzinger S, Schneider A, Breitner S, Stafoggia M, Erzen I, Dostal M, et al. UFIREG study group. Ultrafine and fine particles and hospital admissions in Central Europe: Results from the UFIREG study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2016;194:1233-1241.
25. Dostal M, Pastorkova A, Sram RJ. Morbidity of children up to 2 years of age in the districts of Karvina and Ceske Budejovice. Conference. Impact of air pollution 2016 to human health, Czech Academy of Sciences, December 7, 2016, Prague, Czech Republic.

Оригинальное исследование

ОСТРАВА, ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА: ВОЗДЕЙСТВИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ЗДОРОВЬЕ ДЕТЕЙ

Radim J. Sram¹, Antonin Ambroz¹, Miroslav Dostal¹, Katerina Honkova¹, Jana Hajslova², Jana Pulkrabova², Katerina Urbancova², Vit Kosek², Milos Veleminsky Jr.³

¹ Институт экспериментальной медицины CAS, Прага, Чешская Республика

² Факультет пищевых и биохимических технологий, Химико-технологический университет, Прага, Чешская Республика

³ Факультет здравоохранения и социальных исследований, Университет Южной Чехии, а также больница Ческе-Будеевице (СП), Ческе-Будеевице, Чешская Республика

Автор, отвечающий за переписку: Radim J. Sram (адрес электронной почты: sram@biomed.cas.cz)

АННОТАЦИЯ

Введение: Моравскосилезский край (МСК) сильно загрязнен из-за работающих здесь предприятий тяжелой промышленности и местных систем теплоснабжения. Концентрация бенз(а)пирена (БП) в атмосферном воздухе края одна из самых высоких на территории Европейского союза.

Методология: Исследовали влияние загрязненного воздуха на здоровье населения МСК. Здоровье детей изучали в рамках трех исследований: 1) заболеваемость детей; 2) бронхиальная астма у детей; 3) воздействие загрязнения воздуха на геном новорожденных. Проведен анализ заболеваемости детей

на 10 педиатрических участках города Острава. Изучена заболеваемость бронхиальной астмой детей, проживающих в районе Острава-Радванице, и на контрольном участке в Прахатице, Южная Чехия, оценивали профили экспрессии генов. Воздействие загрязнения воздуха на геном новорожденных изучали в районе Карвина (загрязненный район) и в контрольном районе Ческе-Будеевице.

Результаты: У детей-астматиков из Остравы повышенная экспрессия генов соответствовала неаллергическому типу астмы. Зимой 2014 г. концентрации БП составляли $5,36 \pm 3,64$ против $1,45 \pm 1,19$ нг/м³ в Ческе-Бу-

деевице, $P < 0,001$ в Карвине. У новорожденных в Карвине наблюдали увеличение окислительных повреждений, влияющих на пути формирования иммунодефицита и нейротрофиновые пути передачи сигнала, повышенные количества ОН-метаболитов полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в моче, а также выявлен рост респираторной заболеваемости у детей в возрасте до двух лет.

Выводы: Исследования, проведенные в Моравскосилезском крае, показывают, что загрязнение атмосферного воздуха оказывает существенное влияние на здоровье детей.

Ключевые слова: ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА, ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ, ОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ, ПАУ В МОЧЕ, РЕСПИРАТОРНАЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ У ДЕТЕЙ

ВВЕДЕНИЕ

МОРАВКОСИЛЕЗСКИЙ КРАЙ

Моравскосилезский край (МСК) – это плотно населенный промышленный регион в самой восточной части Чешской Республики, территория которого составляет 5428 км², численность населения – 1,21 млн человек (1). МСК расположен в бассейне, ограниченном горами с запада, востока и частично

с юга, и характеризуется частыми колебаниями температуры воздуха зимой. МСК делится на шесть административных районов (с запада на восток): Брунталь, Опава, Нови-Йичин, Острава-город, Карвина и Фридек-Мистек. Карвина является одним из наиболее густонаселенных районов Чешской Республики с плотностью населения 712 человек/км². Начиная со второй половины XVIII века в крае стали заниматься угледобычей, переработкой угля



и металлургией. В настоящее время важнейшими отраслями промышленности в МСК являются металлургия, производство стали и кокса, добыча угля и выработка электроэнергии. Плотность населения МСК обуславливает высокую интенсивность местного автомобильного транспорта и систем теплоснабжения. Примерно 50% жителей края пользуются центральным отоплением, 34% – используют природный газ, 10% – уголь, 3% – электричество и 3% – дрова (2).

Чтобы оценить воздействие загрязненности воздуха на здоровье населения в МСК, мы изучили заболеваемость детей в ходе трех исследований: 1) заболеваемость детей; 2) бронхиальная астма у детей; 3) воздействие загрязнения воздуха на геном новорожденных. Методы, использованные в этих исследованиях, подробно изложены в оригинальных ссылках. В данной статье рассматриваются результаты проведенных исследований.

Население МСК подвергается воздействию высоких концентраций взвешенных частиц $PM_{2.5}$, превышающих стандарт ЕС 25 $\mu\text{г}/\text{м}^3/\text{год}$. Концентрации БП в атмосферном воздухе МСК также в несколько раз превышают стандарт ЕС 1 $\text{нг}/\text{м}^3/\text{год}$ (Рис. 1). В районе Остравы Радванице-Бартовице наблюдаются самые высокие в Чешской Республике концентрации БП. При сравнении загрязненности воздуха в 2010 и 2015 гг. установлено, что концентрации $PM_{2.5}$ в МСК снизились, но, что удивительно, никаких изменений концентрации БП в районе Остравы Радванице-Бартовице не произошло (3).

Среднемесячные концентрации БП в районе Остравы Радванице-Бартовице в зимний период превыша-

ют 20 $\text{нг}/\text{м}^3$, что потенциально может существенно влиять на исход беременности (4), а также на фрагментацию ДНК в сперме (5).

РЕЗУЛЬТАТЫ/ПОДХОД

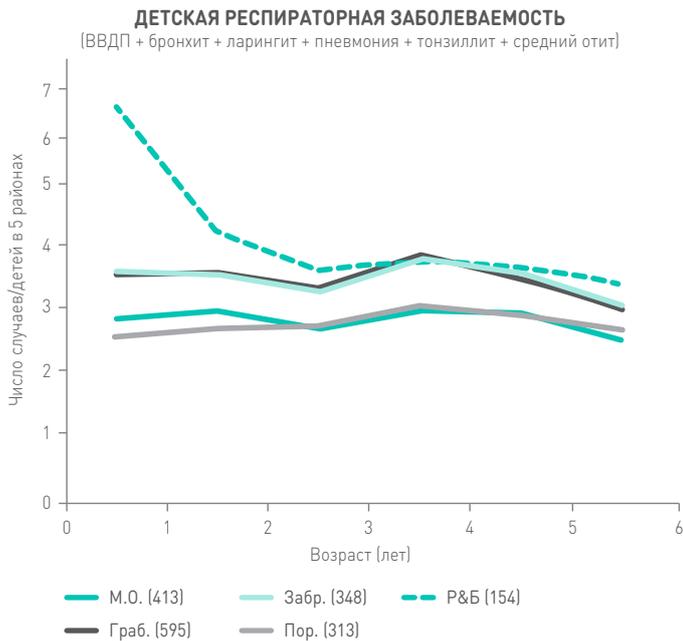
ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ СРЕДИ ДЕТЕЙ

На 10 педиатрических участках в городе Острава отслеживалась заболеваемость детей, родившихся в период с 2001 по 2004 г. до достижения ими пятилетнего возраста ($N=1888$) (6). Педиатры анализировали истории болезни в соответствии с кодами Международной классификации болезней 10-го пересмотра (МКБ-10). Сравнение детализированной заболеваемости 1655 детей с разбивкой по возрасту, рожденных и проживающих в районе Остравы Радванице-Бартовице, показало, что частота случаев острых заболеваний у них существенно выше, чем в других районах Остравы. У этих детей наблюдали более высокую частоту случаев острых респираторных заболеваний в первый год жизни (Рис. 2) и более высокую распространенность бронхиальной астмы (37,1%, $N=170$) в сравнении с другими районами Остравы (10,2–13,2%, $N=1287$) (6). От рождения до пятилетнего возраста у детей, проживающих в районе Остравы Радванице-Бартовице, также в несколько раз выше частота случаев пневмонии, тонзиллита, вирусных и кишечных инфекций. Как считают Hertz-Picciotto и др. (7), антенатальное воздействие ПАУ может быть связано с изменением распределения лимфоцитов с различным иммунофенотипом в пуповинной крови и возможными изменениями уровней иммуноглобулина Е в сыворотке крови. Мы можем предположить, что высокие концентрации ПАУ влияют на созревание иммунной системы. По-

РИСУНОК 1. КОНЦЕНТРАЦИИ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В ЧЕШСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ, 2015 г. (3)



РИСУНОК 2. ДЕТСКАЯ РЕСПИРАТОРНАЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ В РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ ОСТАВА-ГОРОДА



(Районы: М.О. – Моравска-Острава, Граб. – Грабувка, Забр. – Забржег, Пор. – Поруба, Р&Б – Радванице/Бардовице)

этому дети из более загрязненного региона чаще страдают респираторными заболеваниями, особенно в первый год жизни.

БРОНХИАЛЬНАЯ АСТМА У ДЕТЕЙ

Задачами этого исследования были оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха на экспрессию генов у детей, а также анализ причин, которые могут оказывать какое-либо специфическое воздействие на возникновение и развитие бронхиальной астмы. В частности, мы сравнили профили экспрессии генов в лейкоцитах детей-астматиков и детей без бронхиальной астмы, используя Illumina HumanHT-12 BeadChip. Исследование включало группу из 200 детей (100 астматиков и 100 здоровых детей в возрасте от 6 до 15 лет), проживающих в районе Остравы Радванице-Бартовице, и контрольную группу из 200 детей (100 астматиков и 100 здоровых детей), проживающих в районе Прахатице (Южная Чехия) (8).

Сравнение первых признаков бронхиальной астмы (например, наличие свистящего дыхания) показало, что ее распространенность в Остраве составила приблизительно 60% от числа случаев, диагностированных до достижения ребенком 3,5 лет, в то время как в Прахатице этот показатель не превышал 25%.

Экспрессия генов была проанализирована в 368 пробах, РНК гибридизовали на чипах всего генома с более чем 20 000 кодирующими генами на чип. Образцы оценивали с учетом места проживания ребенка и заболевания (т.е. Острава-астма, Острава-контроль, Прахатице-астма, Прахатице-контроль). Различия в экспрессии генов проверяли с помощью статистических тестов, t-теста и ANOVA. При сравнении детей с учетом их районов проживания и изменений в экспрессии генов >1,5 мы обнаружили 64 deregulированных гена. При сравнении групп Острава-астма и Острава-контроль мы выявили 12 deregulированных генов. Сравнивая группы Прахатице-астма и Прахатице-контроль, мы обнаружили 17 deregulированных генов. С использованием диаграмм Венна было установлено, что гены, специфичные для астмы в Остраве и в Прахатице, полностью различаются, при этом ни один из генов не наблюдался в обоих районах проживания детей. Далее эффект наблюдался для сигнального пути MAPK ($p < 0,01$ в 1,5 раза) в Остраве, а для пути взаимодействия цитокинов-цитокинрецепторов ($p < 0,01$ в 1,5 раза) – в Прахатице.

Отдельные гены были проверены с использованием метода qPCR. Для детей-астматиков из Прахатице результаты показали повышенную экспрессию генов *SIGLEC8*, *CLC*, *CCL23* и *CACNG6* (связь с присутствием эозинофильного воспаления, связанного с аллергическим типом астмы), соответствующую аллергическому фенотипу. У детей из Остравы, больных бронхиальной астмой, повышенная экспрессия генов соответствовала неаллергическим фенотипам *DEFA4* (связь с присутствием нейтрофилов), *AHSP* (стабилизация гемоглобина) и *HBG2* (часть фетального гемоглобина с более высоким сродством к кислороду). Таким образом, возникает вопрос: связана ли повышенная экспрессия генов *HBG2* и *AHSP* у детей Остравы с гипоксией или она обусловлена изменениями в кроветворении. Существенное различие в экспрессии генов наблюдали при сравнении детей из Остравы и Прахатице, что, вероятно, связано с различиями в загрязнении воздуха этих двух районов, особенно БП.

Это исследование является уникальным, поскольку целые геномные микрочипы были впервые использованы для анализа взаимосвязи между загрязнением атмосферного воздуха и бронхиальной астмой. Результаты свидетельствуют о наличии особого

фенотипа астмы у детей, проживающих в загрязненном регионе Остравы, по сравнению с детьми из Прахатице.

Rosnerova и др. (9) изучали у тех же детей метилирование ДНК. Наблюдали значительные различия в 58 CpG сайтах метилирования у детей из Остравы по сравнению с детьми из Прахатице. Метилирование 58 CpG сайтов было более низким у детей из Остравы, что указывает на более высокую экспрессию гена по сравнению с контрольным регионом Прахатице. Характер метилирования у детей-астматиков из разных районов также различался.

Изучение экспрессии генов и метилирования ДНК у детей является новым подходом, который позволяет лучше понять влияние загрязненного воздуха на здоровье человека и оценить значимость индуцированных изменений в заболеваемости детей, а также заболеваемости людей в зрелом возрасте (10).

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА НА ГЕНОМ НОВОРОЖДЕННЫХ

В Чешской Республике Моравско-силезский край является регионом, наиболее загрязненным $PM_{2.5}$ и канцерогенными ПАУ, поскольку БП выбрасывается предприятиями тяжелой промышленности и местного теплоснабжения. Воздействие загрязненного воздуха на новорожденных изучали в двух районах: подверженном загрязнению районе Карвина (МСК, Северная Моравия) и контрольном районе Ческе-Будеевице (Южная Чехия). Биологический материал от новорожденных и их матерей собирали в летний и зимний периоды. Этот проект оказался очень сложным. Определяли концентрации ПАУ в (i) атмосферном воздухе и пищевом рационе кормящих матерей; (ii) грудном молоке матерей; (iii) моче матерей и новорожденных; а также (iv) изучали влияние ПАУ на биомаркеры генетического повреждения, такие как ДНК-аддукция и экспрессия генов, биомаркеры окислительного стресса (аддукты 8-oxodG и перекисное окисление липидов).

Пробы были отобраны в отделениях акушерства и неонатологии больницы Ческе-Будеевице и больницы Карвины. Исследование было одобрено Этическим комитетом обеих больниц и Института экспериментальной медицины CAS в Праге. Пробы отбирали при условии прохождения нормальных родов (38–41 неделя+) у некурящих матерей и их

новорожденных в летний и зимний периоды, чтобы учесть разницу в загрязнении атмосферного воздуха. Пробы включали венозную кровь и мочу 99 матерей (лето) и 100 матерей (зима) из Ческе-Будеевице (местность с относительно чистым воздухом), а также 70 матерей (лето) и 73 матерей (зима) из Карвины (местность с высокой загрязненностью воздуха). Кроме того, были отобраны пробы пуповинной крови и мочи 99 новорожденных (лето) и 100 новорожденных (зима) из Ческе-Будеевице, а также 71 новорожденного (лето) и 74 новорожденных (зима) из Карвины.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ВОЗДУХА

Канцерогенные ПАУ, связанные с $PM_{2.5}$, отбирали пробоотборником для больших объемов воздуха (модель ECO-HVS3000, Ecotech, Австралия) на мембранных фильтрах Pallflex (EMFAB, TX40HI20-WW) в течение двух месяцев в период отбора биологических проб (11).

В Карвине концентрация $PM_{2.5}$ была выше, чем в Ческе-Будеевице летом 2013 г. (mean±SD: 20,41±6,28 по сравнению с 9,45±3,62 мкг/м³, $P<0,001$) и зимой 2014 г. (mean±SD: 53,67±19,76 по сравнению с 27,96±12,34 мкг/м³, $P<0,001$). Концентрация БП в Карвине также была выше, чем в Ческе-Будеевице летом 2013 г. (mean±SD: 1,16±0,91 по сравнению с 0,16±0,26 нг/м³, $P<0,001$) и зимой 2014 г. (5,36±3,64 по сравнению с 1,45±1,19 нг/м³, $P<0,001$). В обоих районах концентрации загрязнителей воздуха в зимний период были выше, чем в летний (12).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 8-OHdG

Окислительное повреждение ДНК оценивали по уровню 8-oxodG (8-oxo-7,8-dihydro-2'-deoxyguanosine) (13). Уровни 8-oxodG определяли с использованием высокочувствительного набора 8-OhdG Check ELISA (JaICA, Сидзуока, Япония).

В пробах новорожденных из Карвины уровни 8-oxodG были выше, чем в пробах из Ческе-Будеевице (mean±SD: 5,70±2,94 по сравнению с 4,23±1,51 нмоль/ммоль креатинина, $P<0,001$ соответственно). Это согласуется с тем, что концентрация загрязнителей воздуха была выше в Карвине, чем в Ческе-Будеевице. Полученные результаты показывают, что в зимний период уровни 8-oxodG у новорожденных имеют тенденцию к повышению по мере увеличения

концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (12).

ИММУНОФЕРМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ 15-F2t-ИЗОПРОСТАНА

Уровни 15-F2t-изопростаина (15-F2t-IsoP) в плазме крови определяли с помощью наборов для иммуноферментного анализа от Cayman Chemical Company (Анн-Арбор, Мичиган, США) (14).

Перекисное окисление липидов в пробах, взятых у новорожденных в Карвине в зимний период, было существенно выше в сравнении с пробами, взятыми летом (15-F2t-IsoP, mean±SD: 104,26±38,18 по сравнению с 64,24±26,75 пг/мл плазмы $P < 0,001$ соответственно).

Когда мы отдельно проанализировали влияние загрязненного атмосферного воздуха на окислительный стресс у новорожденных в районе Карвина, результаты многомерного регрессионного анализа показали, что концентрация $PM_{2.5}$ является значимым предиктором уровня 8-oxodG. Было установлено, что воздействие $PM_{2.5}$ и БП является значимым предиктором индукции перекисного окисления липидов (12).

ПРОФИЛИ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ У НОВОРОЖДЕННЫХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЗАГРЯЗНЕННОГО ВОЗДУХА

При анализе изменений профиля экспрессии генов в группах, включавших 231 новорожденного из Карвины и Ческе-Будеевице, выявлено несколько специфических генов для зимнего и летнего периодов. РНК выделяли из замороженной пуповинной крови и гибридовали на Illumina HumanHT-BeaChip. В этом уникальном исследовании сравнивали изменения целых геномов, вызванные у новорожденных загрязнением воздуха ко времени родов. Различия в экспрессии генов устанавливали с использованием t-теста и ANOVA. С помощью линейной модели выявлены deregulated гены, а затем проведено сравнение исследуемых групп. Наблюдали различия в экспрессии генов $>1,5$ (повышение экспрессии) и $<0,67$ (снижение экспрессии) для 75 специфических генов у новорожденных из Карвины в сравнении с новорожденными из Ческе-Будеевице и 127 специфических deregulated генов у новорожденных из Карвины при сопоставлении проб

зимнего и летнего периодов. Эти группы генов были проанализированы с позиции функциональной аннотации биохимических путей, и нами были выявлены пути, специфические для районов проживания и времени года (15).

Существенному воздействию были подвержены пути первичного иммунодефицита (пять генов на пути, $p < 0,05$ в Карвине зимой в сравнении с Ческе-Будеевице зимой) или нейротрофиновый сигнальный путь (девять генов, $p < 0,07$ в Карвине зимой в сравнении с ситуацией летом). Воздействие на нейротрофиновый сигнальный путь может играть важную роль в развитии нейронов в головном мозге, поскольку решающий ген пути *BDNF* (нейротрофический фактор головного мозга) кодирования протеинов воздействует на дифференциацию, рост и выживание нейронов. Недавнее исследование описывает снижение плацентарной экспрессии *BDNF* с повышением внутриутробного воздействия $PM_{2.5}$ (16). Воздействие на процессы нейроразвития может приводить к возникновению эпилепсии, нейродегенеративных заболеваний или негативно влиять на память (17). Снижение экспрессии *BDNF* было выявлено с использованием метода qPCR для Карвины (снижение в 2,1 раза зимой и в 1,9 раза – летом) в сравнении с Ческе-Будеевице. С помощью других deregulated генов мы наблюдали повышенную экспрессию *IL10* (интерлейкина 10) в Карвине зимой в сравнении с ситуацией летом (FC 1,73, $p < 0,01$), что может свидетельствовать о более высокой активности воспалительных иммунных процессов.

С использованием многомерного регрессионного анализа выявлено 3865 генов, которые коррелируют с данными о воздействии загрязнений атмосферного воздуха ($PM_{2.5}$ и БП). Один значимый (0,51, $p < 0,001$) ген *CHD8* (Homo sapiens chromodomain helicase DNA binding protein 8) был выявлен в связи с БП. *CHD8* является репрессором транскрипции путем ремоделирования структуры хроматина, особенно при развитии плода. Одно из проведенных исследований (18) показало, что мутация гена *CHD8* ассоциирована с повышенным риском расстройств аутистического спектра (ASD), и это подтверждает гипотезу о том, что *CHD8* может играть центральную роль в развитии нейрональных клеток и предопределять риск развития ASD.

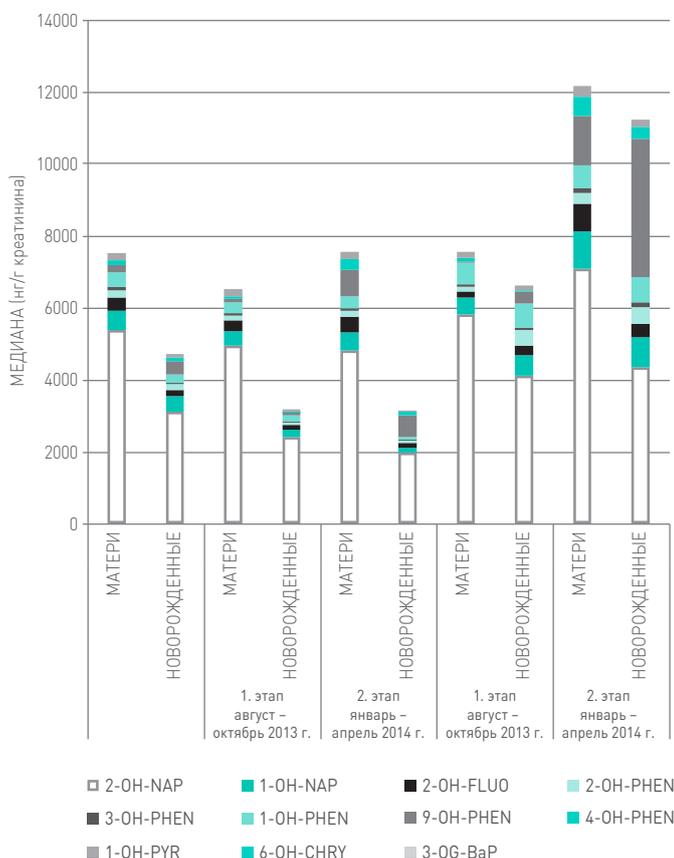
АНАЛИЗ НА НАЛИЧИЕ ОН-ПАУ В МОЧЕ

Мочу матерей и их новорожденных анализировали на наличие моногидроксилированных метаболитов ПАУ (ОН-ПАУ) (19). Хотя содержание Σ ОН-ПАУ в моче, собранной и в Карвине и в Ческе-Будеевице в летний период, было сопоставимо, пробы, собранные в Карвине в зимний период, показали в 1,5 раза более высокие уровни маркеров воздействия. Содержание Σ ОН-ПАУ в пробах мочи, взятой у новорожденных из высокоиндустриальной Карвины в зимний период, были в 1,5 раза выше, чем в пробах, собранных летом, и в 3,3 раза выше по сравнению с пробами мочи новорожденных из Ческе-Будеевице, который является менее загрязненным районом. Вероятно, это связано с загрязнением атмосферного воздуха выбросами предприятий тяжелой промышленности и систем местного теплоснабжения (рис. 3).

АНАЛИЗ ЛИПИДОМА ПЛАЗМЫ

В дополнение к «классическим» параметрам, изученным в рамках предыдущих исследований, в этом случае был применен новый подход, осно-

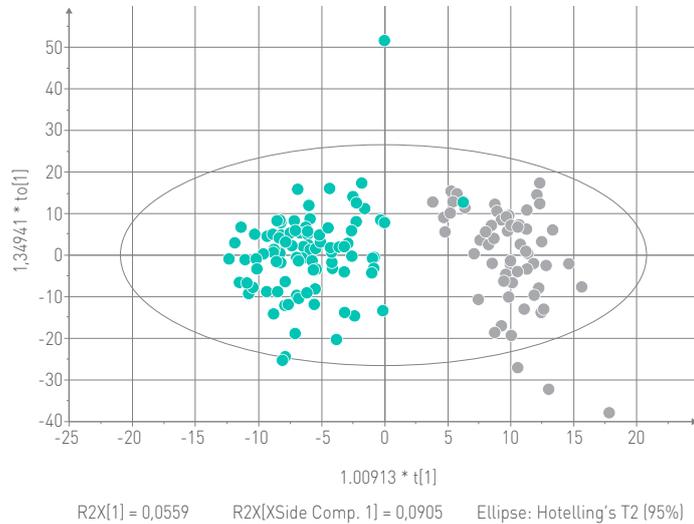
РИСУНОК 3. КОНЦЕНТРАЦИИ (НГ/Г КРЕАТИНИНА) ОН-ПАУ, ВЫЯВЛЕННЫЕ В ПРОБАХ МОЧИ МАТЕРЕЙ И НОВОРОЖДЕННЫХ



ванный на нецелевом метаболическом фингер-принтинге. Задача состояла в том, чтобы получить более полную информацию о воздействии загрязненного воздуха на людей. По существующим оценкам, в человеческом метаболоме содержится около 3000 эндогенных или общих метаболитов (по определению это все низкомолекулярные соединения массой до 1500 Da, встречающиеся в тканях или биологических жидкостях). В рамках этого исследования изучали липидом, состоящий из различных классов липидов, поскольку они доминируют в плазме крови человека. Следует отметить, что в целом по своей природе метаболом очень подвижен: малые молекулы постоянно поглощаются, синтезируются, распадаются, взаимодействуют с другими молекулами как внутри биологических систем, так и между ними, а также с внешней средой.

Плазму крови матерей и новорожденных анализировали (после депротенинизации) методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией высокого разрешения (ВЭЖХ–МСВР). Полученные данные были подвергнуты многомерному статистическому анализу с целью обнаружения паттернов – соединений, специфических для проб, отобранных из разных районов проживания и в разное время года. Помимо очевидных различий между липидомом матерей и новорожденных было выявлено несколько других паттернов. Наиболее выраженное различие в группах матерей и новорожденных связано со временем года, в то время как влияние района проживания было незначительным. В качестве примера на Рис. 4 показана разбивка новорожденных по группам в зависимости от района их проживания в зимний период. Одним из ключевых соединений (но не единственным), способствующих разделению этих двух групп, является гидроксиэйкозатетраеновая кислота. Концентрация этого метаболита была ниже предела обнаружения в плазме крови новорожденных из Ческе-Будеевице, но значительно выше в плазме/сыворотке крови новорожденных из Карвины. Вероятной причиной может быть повышенный уровень окислительного стресса в Карвине в зимний период. Так или иначе, исследование этого сложного факта продолжается (20).

РИСУНОК 4. СТАТИСТИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАБОРА ПРОБ, ВЗЯТЫХ У НОВОРОЖДЕННЫХ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД: ПРОБЫ, СОБРАННЫЕ В ЧЕСКЕ-БУДЕЕВИЦЕ, ОБОЗНАЧЕНЫ ЗЕЛЕНЫМ ЦВЕТОМ; ПРОБЫ, СОБРАННЫЕ В КАРВИНЕ, – СЕРЫМ

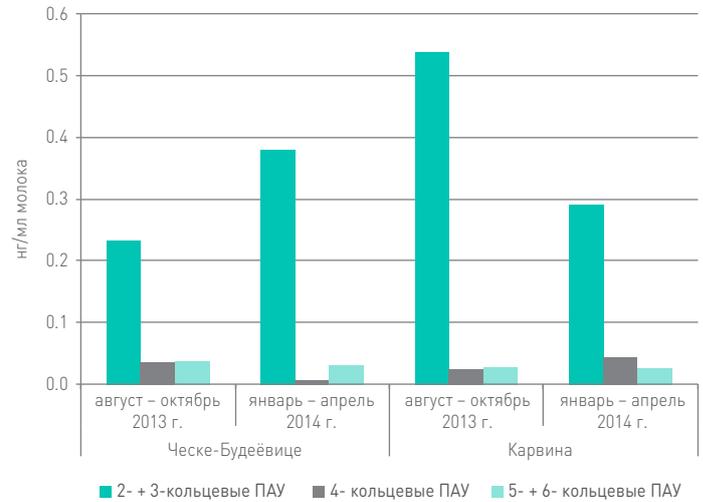


ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАУ В ГРУДНОМ МОЛОКЕ И ПИЩЕВОМ РАЦИОНЕ КОРМЯЩИХ МАТЕРЕЙ

Определяли основные полициклические ароматические углеводороды (24 ПАУ) в пробах грудного молока (21). Результаты этого уникального исследования сосредоточены на критической оценке воздействия загрязнения воздуха ПАУ в Ческе-Будеевице и Карвине в летний и зимний периоды на контаминацию грудного молока, собранного у проживающих в этих районах кормящих матерей. Что касается канцерогенных ПАУ, то БП был выделен только в 19 из 324 проанализированных проб, что составляет порядка 0,4% от общего содержания ПАУ. При сопоставлении данных за зимний и летний периоды применительно к обоим районам проживания более высокие концентрации были выделены в зимних пробах (Рис. 5). На рисунке показано также значительное различие между районами, где был произведен отбор проб. Более высокие концентрации ПАУ были обнаружены в пробах грудного молока матерей, проживающих в Карвине, что соответствует содержанию ПАУ в атмосферном воздухе, но профили ПАУ в обоих районах были очень схожи.

В дальнейшем полученные данные были использованы для расчета вклада ПАУ, поступающих с пищей, в их общее содержание в организме. Доли

РИСУНОК 5. СОПОСТАВЛЕНИЕ УРОВНЕЙ ПАУ В ГРУДНОМ МОЛОКЕ КОРМЯЩИХ МАТЕРЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЙОНА ИХ ПРОЖИВАНИЯ И СЕЗОНА ОТБОРА ПРОБ



(2- + 3-кольцевые ПАУ: NA, AC, ACL, FL, PHE, AN; 4-кольцевые ПАУ: FA, PY, BaA, CHR, BcF, 5MC; 5- + 6-кольцевые ПАУ: BbFA, BkFA, BjFA, BaP, DBahA, IP, BghiP, CPP, DBaP, DBaP, DBaP, DBaP)

отдельных соединений ПАУ, поступающих в организм с пищей, существенно различались, и летом на них приходилось от 50% до 95% от общего их содержания в организме. Зимой в высокозагрязненном промышленном районе Карвина доминирующим путем поступления соединений ПАУ в организм человека, несомненно, является вдыхание воздуха. Образ жизни может оказывать влияние на неблагоприятный исход беременности. Например, известно о вредном воздействии курения и пассивного курения (22), и чехи понимают, что беременным женщинам не следует курить. Эта привычка определяется также уровнем образования и социальными нормами.

Еще одним маркером здорового образа жизни является рацион питания. Недавнее исследование качества питания беременных женщин в Ческе-Будеевице показало, что питательная ценность потребляемых ими продуктов является низкой. Так, потребление овощей составило 22,8% от рекомендуемых суточных норм, фруктов – 61,8%, а молока – 30,2%. В данном исследовании реальные пробы рациона питания матерей (10 – летом 2013 г. и 10 – зимой 2014 г.), составлявшие 25% потребляемой в сутки пищи, отбирались в течение 7 дней и 2 недель до предполагаемого срока родов. Качество материнского рациона питания и потребление овощей име-

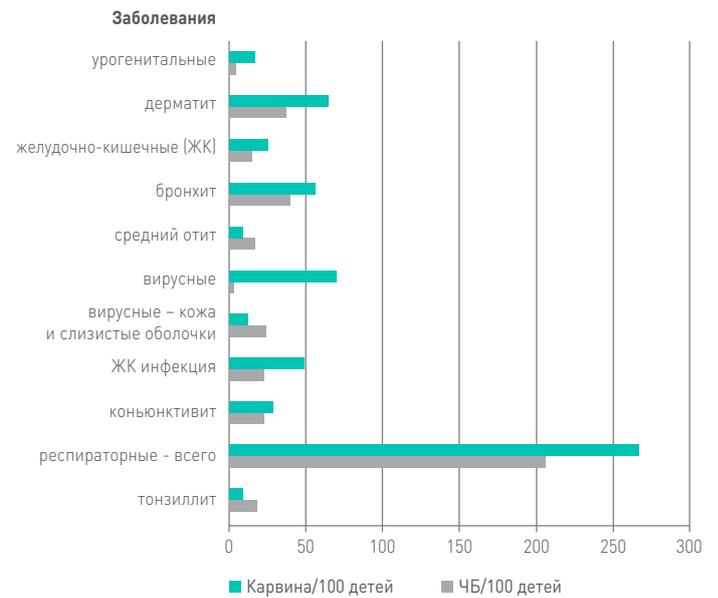
ли отрицательную корреляцию с уровнями аддукта ДНК у новорожденных (23). Эти результаты подтверждают, что достаточное потребление антиоксидантов может улучшить механизм детоксикации ПАУ у беременных женщин (10).

ДЕТСКАЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ

Проведено сравнение постнатального развития и заболеваемости детей, родившихся и проживающих в районах Карвина и Ческе-Будеевице, в период от рождения до достижения двухлетнего возраста. Согласие будущих матерей на проведение исследования было получено во время их поступления в акушерские отделения больниц в Ческе-Будеевице и Карвине. Успешно проведено постнатальное наблюдение за 179 детьми (из 216), приписанными к 48 педиатрическим кабинетам в Ческе-Будеевице, и за 121 ребенком (из 148), приписанным к 28 педиатрическим кабинетам в Карвине. В исследовании приняли участие 28 педиатров и их медицинских сестер из Карвины и 48 – из Ческе-Будеевице. При посещении педиатрических кабинетов были составлены списки детей, отнесенных к когорте новорожденных, а также педиатрам и матерям были розданы вопросники. Они были заполнены на 178 детей в Ческе-Будеевице и на 126 детей – в Карвине. В ходе сопоставительной оценки постнатального развития детей (масса тела, рост и окружность головы в возрасте 3, 6, 12 и 18 месяцев) не было выявлено различий между детьми этих районов. Для анализа детской заболеваемости диагнозы детей, представленные в соответствии с кодами МКБ-10, были сгруппированы в 20 классов. Пятью наиболее частыми заболеваниями детей в первые 24 месяца их жизни были желудочно-кишечные инфекции, дерматиты, тонзиллиты, вирусные инфекции кожи и слизистых оболочек, а также вирусные заболевания. Самая низкая частота случаев заболевания наблюдалась в первые шесть месяцев. Различия в показателях заболеваемости в зависимости от времени года рождения детей были незначительными. Наибольшая частота случаев заболевания приходилась на диагнозы, связанные с инфекциями верхних дыхательных путей (J00, J02, J04, J05 и J06). Частота случаев урогенитальных заболеваний, дерматитов, вирусных заболеваний, а также инфекций желудочно-кишечного тракта и заболеваний верхних дыхательных путей в пересчете на 100 детей была статистически значимо выше у детей, проживающих в Карвине, чем у детей из Ческе-Будеевице. С уче-

том других исследований детской заболеваемости, включая предыдущее исследование в рамках программы UFIREG Европейского союза (24), можно заключить, что приведенные выше результаты – следствие более загрязненной среды в районе Карвина. Тем не менее эта гипотеза нуждается в дальнейшем подтверждении, включая изучение влияния домашних и семейных факторов (25).

РИСУНОК 6. ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ДЕТЕЙ В ВОЗРАСТЕ ДО ДВУХ ЛЕТ В РАЙОНАХ КАРВИНА И ЧЕСКЕ-БУДЕЕВИЦЕ



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные в Моравско-силезском крае исследования выявили значительное влияние загрязненности воздуха на здоровье детей. За последние годы были получены новые и оригинальные результаты в отношении:

- изменений в экспрессии генов у детей-астматиков из-за повышенных концентраций БП в атмосферном воздухе;
- увеличения окислительных повреждений у новорожденных;
- воздействия загрязненности воздуха на нарушения экспрессии генов, влияющие на пути формирования иммунодефицита и нейротрофиновые пути передачи сигнала;

- d) воздействия содержащихся в загрязненном воздухе ПАУ на содержание их ОН-метаболитов в моче;
- e) воздействия загрязнения атмосферного воздуха на метаболический фингерпринтинг;
- f) влияния загрязненного воздуха на рост респираторной заболеваемости детей в возрасте до двух лет.

Выражение признательности: это исследование осуществлено при поддержке со стороны Грантового агентства Чешской Республики (#13-13458S). Авторы выражают глубокую признательность д-ру Radek Susil, заместителю директора больницы в Карвина-Рай, и д-ру Bretislav Schon, директору больницы в Ческе-Будеевице. Это исследование было бы невозможным без тесного сотрудничества со всеми акушерами, педиатрами, медицинскими сестрами и сотрудниками лабораторий в обеих больницах, а также с педиатрами Острава-города и районов Карвина, Ческе-Будеевице и Прахатице.

Источники финансирования: не указаны.

Конфликт интересов: не указан.

Ограничение ответственности: авторы несут самостоятельную ответственность за мнения, выраженные в данной публикации, которые не обязательно представляют решения или политику Всемирной организации здравоохранения.

Список сокращений: ASD – расстройства аутистического спектра; БП – бенз(а)пирен; *BDNF* – нейротрофический фактор мозга; 15-F_{2t}-IsoP – 15-F_{2t}-изопростан (маркер перекисного окисления липидов); МСК – Моравскосилезский край; 8-oxoG – 8-охо-7,8-dihydro-2-deoxyguanosine; ОН-ПАУ – моногидроксилированные метаболиты ПАУ; PM_{2.5} – твердые частицы аэродинамического диаметра <2,5 мкм; ПАУ – полициклические ароматические углеводороды.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Чешское статистическое управление, 2016 г.: (<http://www.czso.cz>, по состоянию на 4 мая 2017 г.)
2. CENIA. Czech Environmental Information Agency, State of the Environment in Different Regions of the Czech Republic in 2009, CENIA 2011.
3. CHMI 2016 (http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/tab_roc_EN.html, по состоянию на 7 января 2017 г.)
4. Dejmek J, Solanský I, Beneš I, Leníček J, Šrám R J. The impact of polycyclic aromatic hydrocarbons and fine particles on pregnancy outcome. *Environ Health Perspect.* 2000;108:1159-1164.
5. Rubes J, Rybar P, Prinosilova P, Vezník Z, Chvatalova I, Solansky I, et al. Genetic polymorphisms influence the susceptibility of men to sperm DNA damage associated with exposure to air pollution. *Mutat Res.* 2010;683:9-15.
6. Dostal M, Pastorkova A, Rychlik S, Rychlikova E, Svecova V, Schallerova E, et al. Comparison of child morbidity in regions of Ostrava, Czech Republic, with different degrees of pollution: a retrospective cohort study. *Environ Health.* 2013;12(1):74.
7. Hertz-Picciotto I, Baker R J, Yap P S, Dostál M, Joad J P, Lipsett M, et al. Early childhood lower respiratory illness and air pollution. *Environ Health Perspect.* 2007;115:1510-1518.
8. Libalova H, Dostal M, Sram R J. Study of gene expression in asthmatic children living in localities with different extent of air pollution. *Ochrana Ovzduši.* 2011;23:13-17. на чешском языке.
9. Rossnerova A, Tulupova E, Tabashidze N, Schmuczerova J, Dostal M, Rossner P, et al. Factors affecting the 27K DNA methylation pattern in asthmatic and healthy children from locations with various environments. *Mutat Res.* 2013;741-742:18-26.
10. Sram RJ, Binkova B, Dostal M, Merkerova-Dostalova M, Libalova H, Milcova A, et al. Health impact of air pollution to children. *Int J Hyg Environ Health.* 2013;216:533-540.
11. Topinka J, Rossner P, Jr Milcova A, Schmuczerova J, Svecova V, Sram R J. DNA adducts and oxidative DNA damage induced by organic extracts from PM_{2.5} in an acellular assay. *Toxicology Letters.* 2011;202:186-92.
12. Ambroz A, Vlkova V, Rossner P, Jr, Rossnerova A, Svecova V, Milcova A, et al. Impact of air pollution on oxidative DNA damage and lipid peroxidation in mothers and their newborns. *Int J Hyg Environ Health.* 2016;219:545-556.
13. Rossner P, Jr, Mistry V, Singh R, Sram R J, Cooke M S. Urinary 8-oxo-7,8-dihydro-2'-deoxyguanosine values determined by a modified ELISA improves agreement with HPLC-MS/MS. *Biochem Biophys Res Commun.* 2013;440(4):725-30.

14. Rossner P, Jr, Svecova V, Milcova A, Lnenickova Z, Solansky I, Sram R J. Seasonal variability of oxidative stress markers in city bus drivers - Part II: Oxidative damage to lipids and proteins. *Mutat Res.* 2008;642(1-2):21-7.
15. Honkova K, Rossnerova A, Pavlikova J, Gmuender H, Svecova V, Veleminsky M, Jr, Sram RJ. Analysis of gene expression profile in newborns from districts with different level of air pollution. Poster, 47 Annual Meeting of Environmental Mutagenesis and Genomics Society, September 24-28, 2016, Kansas City, USA.
16. Saenen ND, Plusquin M, Bijlens E, Janssen BG, Gyselaers W, Cox B, et al. In Utero Fine Particle Air Pollution and Placental Expression of Genes in the Brain-Derived Neurotrophic Factor Signaling Pathway: An ENVIRONAGE Birth Cohort Study. *Environ Health Perspect.* 2015;123:834-40.
17. Mitre M, Mariga A, Chao MV. Neurotrophin signalling: novel insights into mechanisms and pathophysiology. *Clin Sci (Lond).* 2017;131:13-23.
18. Stolerman ES, Smith B, Chaubey A, Jones JR. CHD8 intragenic deletion associated with autism spectrum disorder. *Eur J Med Genet.* 2016;59:189-94.
19. Urbancova K, Lankova D, Rossner P, Rossnerova A, Svecova V, Tomaniova M, et al. Evaluation of 11 polycyclic aromatic hydrocarbon metabolites in urine of Czech mothers and newborns. *Sci Total Environ.* 2017;577:212-219.
20. Kosek V, Pulkrabova J, Sram R, Hajslova J. Analysis of plasma lipidome in mothers and newborns from differently burdened regions. Conference. Impact of air pollution 2016 to human health, Czech Academy of Sciences, December 7, 2016, Prague, Czech Republic.
21. Pulkrabova J, Stupak M, Svarcova A, Rossner P, Rossnerova A, Ambroz A, et al. Relationship between atmospheric pollution in the residential area and concentration of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in human breast milk. *Sci Total Environ.* 2016;562:640-647.
22. Dejmek J, Solansky I, Podrazilova K, Sram R J. The exposure of non-smoking and smoking mothers to environmental tobacco smoke during different gestational phases and fetal growth. *Environ Health Perspect.* 2002;110:601-606.
23. Honkova K, Pavlikova J, Rossnerova A, Rossner P, Milcova A, Topinka J, et al. Quality of diet of pregnant mothers and its effect on DNA damage in newborns. Proceedings of the 44th Annual Meeting of European Environmental Mutagenesis and Genomics Society, August 23-26, 2015, Prague, Czech Republic, p. 203.
24. Lanzinger S, Schneider A, Breitner S, Stafoggia M, Erzen I, Dostal M, et al. UFIRES study group. Ultrafine and fine particles and hospital admissions in Central Europe: Results from the UFIRES study. *Am J Respir Crit Care Med.* 2016;194:1233-1241.
25. Dostal M, Pastorkova A, Sram RJ. Morbidity of children up to 2 years of age in the districts of Karvina and Ceske Budejovice. Conference. Impact of air pollution 2016 to human health, Czech Academy of Sciences, December 7, 2016, Prague, Czech Republic.

Original research

RAPID ASSESSMENT OF DRINKING-WATER QUALITY IN RURAL AREAS OF SERBIA: OVERCOMING THE KNOWLEDGE GAPS AND IDENTIFYING THE PREVAILING CHALLENGES

Dragana D. Jovanović¹, Katarina Ž Paunović², Oliver Schmoll³, Enkhtsetseg Shinee³, Miljan Rančić¹, Ivana Ristanović-Ponjavić⁴, the National Expert Group*

¹ Institute of Public Health of Serbia, Belgrade, Serbia

² Institute of Hygiene and Medical Ecology, Faculty of Medicine, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

³ World Health Organization European Centre for Environment and Health, Bonn, Germany

⁴ Institute of Public Health of Belgrade City, Belgrade, Serbia

* National Expert Group: Sanja Bijelović, Katarina Spasović, Snežana Gligorijević, Jelka Ranković, Olivera Janjić

Corresponding author: Dragana D. Jovanović (email: dragana_jovanovic@batut.org.rs)

ABSTRACT

Introduction: Access to an adequate water supply is a fundamental human right. However, many challenges are associated with the provision of water through small-scale water supplies (SSWS) in rural areas throughout the pan-European region, including Serbia. Serbia ratified the joint United Nations Economic Commission for Europe and World Health Organization Regional Office for Europe Protocol on Water and Health in 2013 and has fulfilled its main provision by setting national targets and target dates.

Methods: A national survey of SSWS, including drinking-water quality and prevailing sanitary conditions, was undertaken in Serbia in 2016 based on a rapid assessment methodology developed by the World Health Organization. The aim was to overcome knowledge gaps and identify prevailing challenges related to the rural water supply in Serbia. In total, 1318 small-scale water supply systems were inspected and 1350 drinking-water samples were taken.

Results: One third of all water samples were found to be microbiologically contaminated,

correlating with identified sanitary risks. Of all investigated supplies, 29.6% of piped system sources and 40.6% of individual supplies required high or urgent action for improvement.

Conclusions: This study highlights the need to improve SSWS in rural areas and identifies the prevailing challenges that need to be addressed by improvement intervention programmes and by further developments in water and health policy.

Keywords: DRINKING-WATER QUALITY, PROTOCOL ON WATER AND HEALTH, RAPID ASSESSMENT, SANITARY RISKS, SMALL-SCALE WATER SUPPLY SYSTEMS

INTRODUCTION

Many challenges are associated with the provision of safe drinking-water through small-scale water supplies (SSWS) throughout the pan-European region (1). SSWS, which include both small centralized (i.e. piped) systems and individual supplies, predominantly provide drinking-water for rural populations (2).

Access to an adequate water supply as a fundamental human right (3) is implicitly recognized by Article 74 of the Constitution of the Republic of Serbia (4) as the right to a healthy environment and the right to timely and comprehensive information on the status of the environment.

Serbia ratified the Law on the Confirmation of the Protocol on Water and Health to the 1992 Convention

on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes (hereafter referred to as “the Protocol”) in 2013 (5) and fulfilled its main provision by setting national targets and target dates aligned with the 2030 Agenda for Sustainable Development, particularly goal 3 (“Ensure healthy lives and promote well-being for all at all ages”) and goal 6 (“Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all”) (6).

Participation of Serbia in the UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking-Water (GLAAS) and implementation of the Protocol initiated good collaboration among all relevant sectors for evaluating and identifying the knowledge gaps and challenges related to water, sanitation and hygiene. GLAAS is being implemented by the World Health Organization (WHO) with the aim of providing decision-makers at all levels with a comprehensive and thorough analysis of policy frameworks, institutional arrangements, the human resource base and finance streams that support drinking-water, sanitation and hygiene. Data obtained through the GLAAS process in 2013 in Serbia indicated urban and rural disparities in the provision of water, sanitation and hygiene services due to a lack of specific plans for sustaining rural water supply services, regular surveillance, human resource strategies and financing. The main challenges faced by Serbia in providing safe drinking-water in rural areas were: (i) an unsatisfactory level of implementation of the national legislation in the water domain, including improvement and sustainability; (ii) weak enforcement of drinking-water quality surveillance, including inspection of sanitary conditions; (iii) unresolved ownership issues of SSWS, leading to poor operation and maintenance of the systems; and (iv) unsustainable financing (7). A baseline analysis and national consultation on SSWS under the Protocol (supported by the United Nations Economic Commission for Europe and the WHO Regional Office for Europe) identified additional knowledge gaps and areas of poor performance as: a lack of information on the precise number and coverage of SSWS at the national level; inadequate coverage by regular monitoring of drinking-water quality; inadequate coverage of water disinfection; a lack of data on the prevailing sanitary conditions in SSWS; and poor-quality data on drinking-water safety (8–10).

All of these issues have huge implications for rural population health: 30 waterborne disease outbreaks in a 10-year period were mainly attributable to SSWS (11). Additionally, these issues can impact social well-being, quality of education, food production and safety, entrepreneurial activities, and all types of investment in rural areas.

There is no official definition for SSWS in Serbia; however, a classification system based on settlement type (i.e. urban and other) is used. Reporting of drinking-water quality is required for all water supply systems that supply more than five dwellings (11). However, household and individual water supplies are currently not regulated in Serbia.

In order to overcome the identified knowledge gaps and lack of consolidated data on the rural water supply, the National Working Group for implementing the Protocol set as a national target a situation analysis (or survey) of drinking-water quality and the prevailing sanitary conditions in the rural water supply.

The analysis was conducted within the “Rapid assessment of drinking-water quality (RADWQ) in rural areas of Serbia” project, with technical support from the WHO European Centre for Environment and Health and the Institute of Public Health (IPH) of Serbia network. The survey was performed to support the implementation of national targets under the Protocol, which prioritizes improvements in SSWS.

The aims of the survey were to overcome knowledge gaps and identify new challenges related to the rural water supply of Serbia by assessing the conditions and performance of a nationally representative sample of SSWS, including drinking-water quality and the prevailing sanitary conditions.

METHODS

SAMPLE SIZE CALCULATION

A nationwide survey was undertaken in rural areas of Serbia in 2016 based on WHO rapid assessment methodology (12).

Two types of water supply technologies were included in the study: (i) piped systems, consisting of a water source and distribution network, serving more than

20 people (according to the *Rulebook on hygienic correctness of drinking-water quality*) (13); and (ii) individual supplies, including shallow wells, captured springs, tube wells or boreholes (either piped or non-piped), providing fewer than five households with drinking-water.

The number of piped systems and individual supplies to be included in the survey in each district of Serbia was calculated using a primary and secondary stratification method, based on: the number of households in rural areas (obtained from census data) (14); the proportion of the rural population supplied by the selected water supply technologies (15); the 2014 annual report on microbiological non-compliance for SSWS (11); and inventories of the number of SSWS in each district (obtained from the local IPH). Although there is no information on the precise number of SSWS at the national level, each local IPH could obtain inventories from local or military authorities.

Data on the proportions of the rural population supplied by the selected water supply technologies were acquired from the Multiple Cluster Indicators Survey (15) conducted in 2014: 78.4% was connected to piped systems providing water to the dwelling, yard or plot, whereas 11.8% obtained drinking-water from individual supplies (tube wells [or boreholes], wells or springs). Given that very small proportions of the rural population of Serbia relied on public standpipes (1.1%), bottled water (0.8%), other forms of tap water (0.4%) and other unimproved sources (0.3%) for drinking-water, these forms of water supply were not considered in this survey.

To determine the sample size of the survey, the proportion (P) of SSWS with microbiological water quality exceeding the national standard had to be estimated. The 2014 annual report on microbiological non-compliance for SSWS was used to determine the percentages of piped and individual SSWS with water quality exceeding the national standard (11). Microbiological non-compliance ranged from 1.8% to 84.6% among districts, with a median of about 21%. Given that many non-licensed piped systems may not be regularly monitored, estimates for overall microbiological non-compliance for piped systems are as high as 30%. As individual supplies are not regulated, drinking-water quality from these sources is not monitored on a regular basis, but only at the (very

sporadic) request of owners. Most point sources are shallow wells, which are prone to contamination from different sources of pollution such as latrines, unsafe septic tanks and rubbish dumps in the surrounding area, and are also influenced by rainfall and melting snow. Therefore, an expert estimate of 60% for microbiological non-compliance for individual supplies was used. In conclusion, the overall P was calculated using the stated percentages of the rural population connected to piped systems and individual supplies, and estimates for microbiological non-compliance, as follows:

$$P = (0.784 \times 0.30) + (0.118 \times 0.60) = 0.3$$

Finally, the study sample size (n) was calculated using the following equation:

$$n = 4P \times (1-P) \times D/e^2,$$

where the design effect (D) was set at 4 and the acceptable precision (e) at 0.05. Accordingly, a total sample size of 1344 was calculated, which was divided according to the proportions of the population served by the different supply types, resulting in sample sizes of 1168 for piped systems and 176 for individual supplies. During the fieldwork, six additional ad hoc samples were taken from individual supplies.

In order to overcome potential bias resulting from different sizes of water supply systems, large piped systems were subdivided into zones. For this purpose, a single supply zone for a piped system was defined as one with up to 2500 consumers and the maximum size of rural settlement was determined to be 10 000 consumers (i.e. resulting in a maximum of four supply zones). More than one sample was therefore taken for large piped systems (depending on the number of supply zones), so a total 1168 samples were taken from 1136 piped water systems.

The specific piped systems included in the survey and their distribution across districts were selected by proportional weighting (12) based on inventories of piped systems obtained from each IPH. The selection process was different for individual supplies. Given the lack of reliable inventories of individual supplies, each IPH selected the most representative individual supplies in the different settlements and municipalities within their districts.

DRINKING-WATER SAMPLING AND ANALYSIS

A drinking-water quality sample from each SSWS visited was analysed for one microbiological indicator (i.e. *Escherichia coli* count per 100 ml water), physicochemical parameters (i.e. ammonia [mg/L], nitrate [mg/L], manganese [mg/L], arsenic [mg/L], residual chlorine [mg/L] in chlorinated supplies only, and pH) and organoleptic parameters (i.e. temperature [°C], colour [platinum-cobalt scale], odour [descriptive], turbidity [nephelometric turbidity units], and conductivity [$\mu\text{S}/\text{cm}$]).

For piped systems comprising one supply zone only, water samples were taken from the point of use; however, for those serving more than 2500 consumers, additional water samples were taken from the source and/or from the distribution network or service reservoir of each SSWS. For individual supplies, all water samples were taken from the water source.

All sampling procedures, including precautions to prevent contamination from the sample point, sample preservation measures and sample transportation, were performed in accordance with the *Rulebook on sampling methods and methods for drinking-water laboratory analysis* (16). Water quality analysis took place at accredited laboratories of the 23 local IPHs according to national standards issued by the Institute for Standardization of Serbia and the International Organization for Standardization standard 17025 (17). Only two parameters were measured on site: temperature and residual chlorine content (if the water was chlorinated). Results of the laboratory analyses were compared with national standards (13).

SANITARY INSPECTION

Each SSWS visited was subject to sanitary inspection to assess the prevailing sanitary risks. For this purpose, field teams used standardized sanitary inspection forms containing a checklist of questions that are answered by visual observation and user interviews. The sanitary inspection forms were based on templates suggested by the RADWQ methodology and specifically adjusted to reflect the Serbian context (12).

Each form contained 10 questions for assessing the contamination risk for each identified type of water source (i.e. protected spring, borehole with hand or

electric pump, dug well with hand or electric pump, open dug well, dug well with windlass and partial cover, and surface water intake) and distribution network. These questions were related to the presence of fencing, the presence of different pollution sources in the surrounding area, technical and construction characteristics/failures, and chlorination practices. Each question was phrased in such a way that a “Yes” answer indicates a potential risk that could threaten the quality of water and a “No” answer indicates that there is either no risk or a negligible risk. The overall sanitary inspection risk score (i.e. the number of “Yes” answers) indicated the risk of microbial pollution for each type of source and water supply.

Microbiological water quality data (*E. coli* count per 100 ml) were combined with sanitary risk scores in a risk–priority matrix (12). *E. coli* counts were categorized as <1, 1–10, 11–100 and >100 per 100 ml, and sanitary inspection scores were categorized as 0–2, 3–5, 6–8 and 9–10. The matrices indicate four levels of water contamination risk (low, intermediate, high and very high) for each water supply facility (12). These matrices helped in assessing the action priority level for each water supply technology to decrease the water contamination risk.

STATISTICAL ANALYSIS

Continuous data are presented as the mean, minimum and maximum, and categorical data as absolute and relative numbers. Differences in water parameters between piped and individual SSWS were analysed using chi-square tests. All analyses were performed using IBM SPSS Statistics software (version 15.0, Chicago, IL, USA). Statistical significance was set at a probability of 0.05.

RESULTS

General characteristics of the investigated piped and individual SSWS facilities are presented in Table 1. Piped systems in rural areas served 500 inhabitants on average, while individual supplies served 14 inhabitants on average. The average age of SSWS of both types was more than 35 years old. Only 12.4% of inspected piped systems were managed by public utilities, representing the only authorized legal entities in Serbia (Table 1).

TABLE 1. GENERAL CHARACTERISTIC OF THE SOURCES OF PIPED SYSTEMS AND INDIVIDUAL SUPPLIES

Parameters	Piped systems	Individual supplies
Investigated SSWS (n)	1136	182
Consumers supplied (n)		
Mean	500	14
Min – max	2–9500	1–500
Age of water source/facility (years)		
Mean	35.5	38.8
Min – max	<1–144	<1–178
Owner of water supply facility (n (%))		
Public utility company	141 (12.4)	0 (0.0)
Local community	280 (24.6)	0 (0.0)
Municipality	9 (0.8)	0 (0.0)
Group of inhabitants	528 (46.5)	0 (0.0)
Private individual	71 (6.3)	182 (100.0)
Other	107 (9.4)	0 (0.0)
Min: minimum; max: maximum.		

Microbiological, physicochemical and the overall compliance of drinking-water quality for piped and individual supplies are shown in Table 2. Microbiological and physicochemical compliance figures are similar for both system types. About one third of water samples from both system types did not meet the national standards for *E. coli*. More than 90% of the examined water samples met the national standards for all physical and chemical parameters, except for conductivity and colour. Water samples from individual supplies had significantly lower compliance for turbidity, conductivity, and nitrate and manganese content compared with water from piped systems. Overall physicochemical compliance and overall compliance were significantly lower for individual supplies (28.6% and 16.5%, respectively) than for piped systems (55.6% and 36.9%, respectively; Table 2).

TABLE 2. MICROBIOLOGICAL AND PHYSICO-CHEMICAL COMPLIANCE FOR WATER SAMPLES FROM PIPED SYSTEMS AND INDIVIDUAL SUPPLIES

Parameters	Piped systems ^a	Individual supplies ^a	P value
<i>E. coli</i> (count/100 mL)	781 (66.9)	124 (68.1)	0.799
Residual chlorine (mg/L)	539 (99.4)	80 (100.0)	0.581
Colour (Pt-Co scale)	1043 (89.3)	155 (85.2)	0.101
Odour (descriptive)	1140 (97.6)	180 (98.9)	0.269
Turbidity (NTU)	1104 (94.5)	164 (90.1)	0.020
Conductivity (µS/cm)	1043 (89.3)	137 (75.3)	<0.001
pH	1110 (95.0)	172 (94.5)	0.762
Ammonia (mg/L)	1095 (93.8)	165 (90.7)	0.120
Arsenic (mg/L)	1081 (92.6)	175 (96.2)	0.075
Manganese (mg/L)	1099 (94.1)	163 (89.6)	0.021
Nitrate (mg/L)	1093 (93.6)	144 (79.1)	<0.001
Overall physico-chemical compliance ^b	649 (55.6)	52 (28.6)	<0.001
Overall compliance ^c	431 (36.9)	30 (16.5)	<0.001

Pt-Co: platinum-cobalt.

NTU: nephelometric turbidity unit.

^a Data are n (%).

^b Overall physicochemical compliance is defined as compliance for all of the investigated physical and chemical parameters of water (pH, ammonia, arsenic, nitrate, manganese and residual chlorine levels, colour, odour, turbidity and conductivity).

^c Overall compliance is defined as compliance of all investigated physical, chemical and microbiological parameters in water (residual chlorine, pH value, ammonia, nitrates, manganese, arsenic, colour, odour, turbidity, conductivity and *E. coli*). NTU: nephelometric turbidity unit.

Sanitary inspection results for the most common sources of piped systems and individual supplies and distribution network are shown in Table 3. Similar contamination risk factors were identified for both piped systems and individual supplies, including unfenced springs, access of animals within 10 m of the source and unsatisfactory technical conditions.

The predominant risk factors for boreholes with electrical pumping that feed piped systems and individual supplies were the presence of pollution sources near to the borehole or pumping mechanism (e.g. latrines, sewers, livestock, roads), access of animals to the borehole and non-functional diversion ditches (Table 3). The most frequently identified sanitary risk factors at distribution networks (piped systems only) were lack of drinking-water chlorination (72.8%), management by unqualified personnel (66.1%) and households with a dual water supply (i.e. connected to both a piped SSWS and an individual supply; 57.9%; Table 3).

Comparative risk–priority matrices for piped systems (sources and networks) and individual supplies are shown in Tables 4–6. This analysis revealed that 29.6% of sources for piped systems, 32.2% of distribution networks and 40.6% of individual supplies required high and urgent action for improvement. Differences in the proportions of different risk categories between piped systems and individual supplies were significant ($P = 0.020$).

TABLE 3. THE MOST PREVALENT IDENTIFIED SANITARY RISKS FOR PIPED SYSTEMS AND INDIVIDUAL SUPPLIES BY TYPE OF SOURCE AND DISTRIBUTION NETWORK

Type of source	Sanitary risk factor	Piped systems ^a	Individual supplies ^a
Protected spring	The area around the spring is unfenced	571 (73.2)	23 (88.5)
	Animals have access to within 10 m of the spring source	483 (61.9)	17 (65.4)
	The diversion ditch above the spring is absent or non-functional	491 (62.9)	18 (69.2)
Borehole with electrical pumping	There is a latrine or sewer within 100 m of the pumping mechanism	135 (60.5)	35 (72.9)
	There is another source of pollution within 50 m of the borehole (e.g. livestock, cultivation, road, industry)	142 (63.7)	28 (58.3)
	The drainage channel is absent or cracked, broken or in need of cleaning	121 (54.3)	31 (64.6)
Distribution network	Drinking-water is not chlorinated	827 (72.8)	na
	Piped system is managed by unqualified persons (i.e. with no formal education in water supply management)	751 (66.1)	na
	Households using a dual water supply (i.e. with parallel connections to a piped SSWS and an individual supply)	658 (57.9)	na

NA: not applicable.
^a Data are *n* (%) of positive responses, i.e. “yes”.

TABLE 4. COMPARATIVE RISK-PRIORITY MATRICES FOR SOURCES OF PIPED SYSTEMS^a

<i>E. coli</i> count (CFU/100 ml)	Sanitary inspection score				Total
	0–2	3–5	6–8	9–10	
<1	332 (28.4)	343 (29.4)	99 (8.5)	7 (0.6)	781 (66.9)
1–10	60 (5.1)	88 (7.5)	33 (2.8)	9 (0.8)	190 (16.3)
11–100	44 (3.8)	62 (5.3)	33 (2.8)	13 (1.1)	152 (13.0)
>100	17 (1.5)	21 (1.8)	6 (0.5)	1 (0.1)	45 (3.8)
Total	453 (38.8)	514 (44.0)	171 (14.6)	30 (2.6)	1168 (100.0)
Risk level	Low: no action required	Intermediate: low action priority	High: high action priority	Very high: urgent action priority	
Total	332 (28.4)	491 (42.0)	271 (23.2)	74 (6.4)	

^aData are *n* (%).

TABLE 5. COMPARATIVE RISK-PRIORITY MATRICES FOR NETWORKS OF PIPED SYSTEMS^a

<i>E. coli</i> count (CFU/100 ml)	Sanitary inspection score				Total
	0–2	3–5	6–8	9–10	
<1	258 (22.1)	407 (34.8)	98 (8.4)	18 (1.5)	781 (66.9)
1–10	19 (1.6)	108 (9.2)	49 (4.2)	14 (1.2)	190 (16.3)
11–100	25 (2.1)	70 (6.0)	47 (4.0)	10 (0.9)	152 (13.0)
>100	7 (0.6)	27 (2.3)	9 (0.8)	2 (0.2)	45 (3.8)
Total	309 (26.4)	612 (52.4)	203 (17.4)	44 (3.8)	1168 (100.0)
Risk level	Low: no action required	Intermediate: low action priority	High: high action priority	Very high: urgent action priority	
Total	258 (22.1)	534 (45.7)	289 (24.7)	87 (7.5)	

^aData are *n* (%).

TABLE 6. COMPARATIVE RISK-PRIORITY MATRICES FOR SOURCES OF INDIVIDUAL SUPPLIES^a

<i>E. coli</i> count (CFU/100 ml)	Sanitary inspection score				Total
	0–2	3–5	6–8	9–10	
<1	42 (23.1)	52 (28.6)	29 (15.9)	1 (0.5)	124 (68.1)
1–10	6 (3.3)	8 (4.4)	9 (4.9)	0 (0.0)	23 (12.6)
11–100	8 (4.4)	10 (5.5)	5 (2.7)	1 (0.5)	24 (13.2)
>100	2 (1.1)	6 (3.3)	3 (1.6)	0 (0.0)	11 (6.1)
Total	58 (31.9)	76 (41.7)	46 (25.3)	2 (1.1)	182 (100.0)

Risk level	Low: no action required	Intermediate: low action priority	High: high action priority	Very high: urgent action priority
Total	42 (23.1)	66 (36.3)	61 (33.5)	13 (7.1)

^aData are *n* (%).

DISCUSSION

For the first time, a systematic evaluation of the situation of SSWS was undertaken in Serbia, using the WHO RADWQ methodology. According to census data, 40.1% of the total population of Serbia lives in rural areas (14). The investigated SSWS supplied more than 439 000 citizens at the time of the survey (data not shown), covering at total of about 15% of the rural population in Serbia.

This study reveals similarities and differences between piped systems and individual supplies. First, both technologies had similar sanitary characteristics and similar contamination risks for drinking-water. The predominant problems for the most common sources of both piped systems and individual supplies were nearby pollution sources and unsatisfactory technical conditions. In addition, the piped system networks were in a poor state of repair and had poor disinfection practices and inadequate management. These results suggest that, in the future, different technical measures and levels of financial investment might be needed for repairing or maintaining piped systems and individual supplies (1).

Second, piped systems and individual supplies had similar microbiological quality. The faecal indicator, *E. coli*, was detected in 33.1% of water samples from piped

systems and 31.9% from individual supplies, indicating contamination with human or animal faeces and thus the possible presence of pathogens in drinking-water (18). Nevertheless, there were significant differences in chemical quality between piped systems and individual supplies: physicochemical and overall compliance with national standards were significantly lower for individual supplies than for piped systems.

This brings us to the most important problem for SSWS in Serbia: maintenance and ownership. As reported in the survey, only 12.4% of the piped systems are managed by public utilities, whereas 87.6% are managed by non-authorized rural suppliers, which are not legal entities (19). Activities such as establishing regular drinking-water quality monitoring and sanitary surveillance, implementing national legislation for drinking-water quality, providing sustainable financing, and investing in improvements are only possible when SSWS are managed by legal entities, i.e. public utilities. Additional analysis supports this assumption; for example, water samples from piped systems owned by public utilities comprised only 3.1% of all samples that did not meet national standards for *E. coli* (data not shown).

The novelty of the applied methodology was the use of risk–priority matrices to indicate the level of action priority needed for a given SSWS to decrease water

contamination and health risk (12). More than 60% of water supplies had a low-to-intermediate water contamination risk. However, 29.6% of the investigated piped systems and 40.6% of individual supplies required high or urgent action for improvement. Ranking the water facilities in rural areas according to the level of urgency enables local authorities to draw up a list of priorities for improving water quality, assessing investment requirements and providing intervention measures for resolving the problem.

Another study using the RADWQ approach was conducted in rural areas of two districts in Georgia (20). The main water quality and sanitary inspection results were similar to those of the present study: lack of disinfection and sanitary protection zones. Comparative risk–priority matrices for the two Georgian districts showed that 24–40% of water supply facilities were in the high or very high risk category (20).

However, the results of the present study cannot be easily compared with previous official reports on water quality in SSWS systems in rural areas. Monitoring drinking-water quality in rural areas is an integral part of the national programme of health protection from infectious diseases (21), which is conducted by IPHs and by sanitary inspection under the supervision of the Ministry of Health (22). The present study showed that microbiological non-compliance for tested drinking-water samples was approximately 10% higher compared with the regular monitoring programme in Serbia (11). This discrepancy might be explained by the use of different methodologies. In the present survey, random selection meant that many rural SSWS were inspected for the first time (12), whereas coverage by the national programme is limited to SSWS that sign a contract with the local IPH, thus possibly excluding smaller or more remote facilities (11).

CHALLENGES IDENTIFIED DURING FIELDWORK

The field teams conducting the survey faced several challenges from the very start, in particular, lack of information on the number of piped systems and individual supplies, as well as their precise locations. In most cases, the teams could not rely on data reported to the local IPH, but instead obtained information from local authorities and communities. Furthermore, during the course of the survey, the teams realized

that some SSWS had been devastated by the floods or consequent landslides of 2014. Unfortunately, the teams sometimes had poor cooperation from the representatives of local communities, possibly caused by fear of sanctions if water non-compliance were proven.

STRENGTHS OF THE SURVEY

To our knowledge, this is the first systematic investigation of individual SSWS covering all rural districts of Serbia. For the first time, the rural population could learn about the quality of drinking-water in their homes, which could contribute to future education programmes in hygiene and sanitation. Users of piped SSWS were informed about their rights to petition local communities to take over the management of these supplies, according to national regulations (19). Finally, the presence of a strong IPH network in Serbia was essential for performing research into water provision by SSWS at the national level. Likewise, the survey helped IPHs to establish systematic baseline information on SSWS in their area of responsibility, elevate attention to the challenges related to SSWS and leverage local action towards their improvement.

CONCLUSION

The results of this survey provide a strong rationale for improving the situation of rural SSWS; it identified challenges to be addressed by intervention programmes and for further developing national water and health policies and regulations. The main problems identified in this study related to poor operation and maintenance of SSWS, a lack of qualified personnel to ensure their safe management and a lack of water disinfection – all in all, resulting in poor drinking-water quality (in particular, due to microbiological contamination) and presenting public health risks to the rural population.

A key intervention towards improving the situation of SSWS is the adoption of water safety plans (WSPs) (23), which have been proven to support safe system management and thus to protect public health. Therefore, important next steps are to create a legal framework for WSP implementation, along with practice-oriented piloting exercises, WSP capacity-building for local operators and IPH staff, and the

development of a national roadmap stipulating measures to support the short- and long-term uptake of WSPs.

It is also critical to develop national and local action plans for improving SSWS serving rural populations, including provisions for protecting water sources, technical improvements, water disinfection, regular drinking-water quality monitoring and sanitary inspection by mandated health authorities, and increased awareness-raising among local population and relevant authorities. Establishment of a national inventory of SSWS would provide a systematic overview of the supply situation in rural areas and effectively support implementation of interventions measures.

Acknowledgements: The authors are grateful to all field teams and coordinators from the Institute of Public Health of Serbia network. This manuscript is dedicated to the late Dr Dragan Ilić, Director of the Institute of Public Health of Serbia, whose strong support and enthusiasm inspired our work.

Sources of funding: The research was financially supported by the WHO Regional Office for Europe and the United Nations Development Account under the auspices of a Biennial Collaborative Agreement between the Ministry of Health of Serbia and WHO Regional Office for Europe.

Conflicts of interest: None declared.

Disclaimer: The authors alone are responsible for the views expressed in this publication and they do not necessarily represent the decisions or policies of World Health Organization.

REFERENCES

1. Rickert B, Barrenberg E, Schmoll O, editors. Taking policy action to improve small-scale water supply and sanitation systems: collection of tools and good practices from the WHO European Region. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2016.
2. Rickert B, Samwel M, Shinee E, Kozisek F, Schmoll O, editors. Status of small-scale water supplies in the WHO European Region: results of a survey conducted under the Protocol on Water and Health. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2016.
3. Constitution of the Republic of Serbia. Official Gazette of the Republic of Serbia No. 98/2006 (in Serbian).
4. United Nations General Assembly. The human right to water and sanitation: resolution/adopted by the General Assembly, 3 August 2010, A/RES/64/292 (<http://www.refworld.org/docid/4cc926b02.html>, accessed 23 December 2016).
5. Law on the Confirmation of the Protocol on Water and Health to the 1992 Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes and the Amendments on Articles 25 and 26 of the Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes. Official Gazette of the Republic of Serbia No. 01/2013 (in Serbian).
6. United Nations General Assembly. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development, 21 October 2015, A/RES/70/1 (<http://www.refworld.org/docid/57b6e3e44.html>, accessed 23 December 2016).
7. World Health Organization. Investing in water and sanitation: increasing access, reducing inequalities. UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking-Water (GLAAS) 2014 Report. Geneva: World Health Organization; 2014 (http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/glaas_report_2014/en/, accessed 23 December 2016).
8. Jovanovic D, Veljkovic N, editors. Implementation of the Protocol on Water and Health in the Republic of Serbia – baseline analysis. Belgrade: Ministry of Health of the Republic of Serbia; 2014 (<http://www.zdravlje.gov.rs/downloads/2014/Decembar/Decembar2014ProtokolovodizdravljuAnalizastanja.pdf>, accessed 23 December 2016; in Serbian).
9. Jovanovic D, Veljkovic N, Jovanovic L, Savic A, Stanojevic D. Implementation of the Protocol on Water and Health in the Republic of Serbia – situation analysis. Water and Sanitary Technology. 2015;2:5–10.
10. UN Economic Commission for Europe, WHO Regional Office for Europe. Collection of good practices and lessons learnt on target setting and reporting under the Protocol on Water and Health. New York and Geneva: UN Economic Commission for Europe; 2016.
11. Report on the implementation of the Programme for the Protection of Population from Communicable Diseases for Hygiene in 2014. Belgrade: Institute of Public Health of Serbia “Dr Milan Jovanović Batut”; 2015 (in Serbian).
12. Rapid assessment of drinking-water quality: a handbook for implementation. Geneva: World Health Organization; 2012.
13. Rulebook on hygienic correctness of drinking-water quality. Official Journal SRJ, No. 42/1998 (in Serbian).
14. 2011 Census of Population, Households and Dwellings in the Republic of Serbia. Population. Households according to the number of members. Data by settlements. Belgrade: Statistical Office of the Republic of Serbia; 2013.

15. Water and sanitation. In: 2014 Serbia Multiple Indicator Cluster Survey and 2014 Serbia Roma Settlements Multiple Indicator Cluster Survey, Key Findings. Belgrade: Statistical Office of the Republic of Serbia and UNICEF; 2014.
16. Rulebook on sampling methods and methods for drinking-water laboratory analysis. Official Journal SFRJ No. 33/87 (in Serbian).
17. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories (EN ISO/IEC 17025:2005). Belgrade: Institute for Standardization of Serbia; 2006 (in Serbian).
18. Guidelines for Drinking-Water Quality, 4th edition. Geneva: World Health Organization; 2011.
19. Law on Public Utilities. Official Gazette of the Republic of Serbia No. 88/2011 (in Serbian).
20. Gabriadze N, Juruli M, Rickert B, Schmoll O, Shinee E, Aertgeerts R et al. Situation assessment of small-scale water supply systems in the Dusheti and Marneuli districts of Georgia. Dessau, Germany: Umweltbundesamt; 2012 (<https://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/kleine-wasserversorgungen-in-georgien-0>, accessed 16 September 2016).
21. Regulation on the Programme of the Protection of the Population against Communicable Diseases. Official Gazette of the Republic of Serbia No. 05/2016 (in Serbian).
22. Law on Public Health. Official Gazette of the Republic of Serbia No. 15/2016 (in Serbian).
23. Water safety plan: a field guide to improving drinking-water safety in small communities. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2014.

Оригинальное исследование

ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В СЕЛЬСКИХ РАЙОНАХ СЕРБИИ: УСТРАНЕНИЕ ПРОБЕЛОВ В ЗНАНИЯХ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОМИНИРУЮЩИХ ПРОБЛЕМ

Dragana D. Jovanović¹, Katarina Ž Paunović², Oliver Schmolz³, Enkhtsetseg Shinee³, Miljan Rančić¹, Ivana Ristanović-Ponjavić⁴, Группа национальных экспертов*

¹ Институт общественного здравоохранения Сербии, Белград, Сербия

² Институт гигиены и медицинской экологии, медицинский факультет, Белградский университет, Сербия

³ Европейский центр ВОЗ по окружающей среде и охране здоровья, Бонн, Германия

⁴ Институт общественного здравоохранения г. Белграда, Белград, Сербия

* Группа национальных экспертов: Sanja Bijelović, Katarina Spasović, Snežana Gligorijević, Jelka Ranković, Olivera Janjić

Автор, отвечающий за переписку: Dragana D Jovanović (адрес электронной почты: dragana_jovanovic@batut.org.rs)

АННОТАЦИЯ

Введение: Доступ к водоснабжению надлежащего качества является одним из фундаментальных прав человека. Однако существует множество проблем, связанных с обеспечением водой посредством малых систем водоснабжения в сельских районах панъевропейского региона, в том числе в Сербии. В 2013 г. Сербия ратифицировала Протокол по проблемам воды и здоровья, разработанный Европейской экономической комиссией ООН и Европейским региональным бюро ВОЗ, и выполнила его основное положение, сформулировав национальные целевые показатели и сроки их реализации.

Методы: В 2016 г. в Сербии было организовано национальное исследование МСВ, в том числе в отношении качества питьевой воды и преобладающего санитарного состояния систем, которое проводилось по методологии экспресс-оценки, разработанной Всемирной организацией здравоохранения. Целью исследования было устранение пробелов в знаниях и определение доминирующих проблем, связанных с сельским водоснабжением в Сербии. Всего было изучено 1318 малых систем водоснабжения и взято 1350 проб питьевой воды.

Результаты: Треть всех взятых проб воды имела микробиологические загрязнения,

что соотносилось с выявленными санитарными рисками. Из всех изученных систем водоснабжения 29,6% источников водопроводных систем и 40,6% индивидуальных систем требовали мер реагирования на уровне от высокого до очень высокого.

Выводы: В данном исследовании показывается необходимость усовершенствования МСВ в сельских районах и освещаются основные проблемы, требующие реагирования посредством улучшения программ воздействия и дальнейшего развития политики по проблемам воды и здоровья.

Ключевые слова: КАЧЕСТВО ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ, ПРОТОКОЛ ПО ПРОБЛЕМАМ ВОДЫ И ЗДОРОВЬЯ, ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА, САНИТАРНЫЕ РИСКИ, МАЛЫЕ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

ВВЕДЕНИЕ

Существует множество проблем, связанных с обеспечением водой посредством малых систем водоснабжения (МСВ) в сельских районах панъевропейского региона (1). Сельские районы в целом

обеспечиваются питьевой водой с помощью МСВ, включающих как централизованные (водопроводные) системы, так и индивидуальные системы подачи воды (2). Доступ к водоснабжению надлежащего качества является одним из фундаментальных прав человека (3), что косвенно признается

в Статье 74 Конституции Республики Сербия (4), гарантирующей право на благоприятную окружающую среду и право на получение своевременной и полной информации о состоянии окружающей среды.

В 2013 г. Сербия ратифицировала Закон об утверждении Протокола по проблемам воды и здоровья в рамках Конвенции 1992 г. по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (далее – Протокол) (5) и выполнила его основное положение, сформулировав национальные целевые показатели и сроки их реализации, согласующиеся с Повесткой дня в области устойчивого развития на период до 2030 г. в частности, цель 3 («Обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте») и цель 6 («Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех») (6).

Участие Сербии в Глобальном анализе и оценке состояния санитарии и питьевого водоснабжения (ГЛААС) в рамках механизма «ООН – Водные ресурсы» и меры по исполнению Протокола позволили инициировать тесное сотрудничество всех заинтересованных секторов для оценки и определения пробелов в знаниях и проблем, связанных с водоснабжением, санитарией и гигиеной. Доклад ГЛААС готовится и выпускается Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) с целью предоставления лицам, принимающим решения на всех уровнях, комплексного и всеобъемлющего анализа политических рамок, институциональных положений, базы людских ресурсов и финансовых потоков в сфере обеспечения питьевой водой, санитарии и гигиены. Данные, полученные в 2013 г. в ходе подготовки доклада ГЛААС по Сербии, указывали на значительные различия в услугах водоснабжения, санитарии и гигиены для городских и сельских районов в связи отсутствием четких планов для поддержания систем сельского водоснабжения, осуществления регулярного надзора, внедрения стратегий подготовки кадров и обеспечения финансирования. В Сербии зафиксированы следующие основные проблемы обеспечения сельских районов питьевой водой: (i) неудовлетворительная реализация национального законодательства в сфере водных ресурсов, включая мероприятия по усовершенствованию и обеспечению устойчивости; (ii) ненадлежащее выполнение мер контроля качества питьевой воды,

включая контроль санитарного состояния систем; (iii) нерешенные проблемы прав собственности на МСВ, приводящие к сбоям в эксплуатации и техническом обслуживании существующих систем; и (iv) неадекватное финансирование (7). По результатам исходного анализа и национальной консультации по проблемам МСВ в рамках Протокола (при поддержке Европейской экономической комиссии ООН и Европейского регионального бюро ВОЗ) были выявлены дополнительные пробелы в знаниях и области, требующие улучшения, а именно: отсутствие информации о точном количестве и покрытии МСВ на национальном уровне; неадекватный охват регулярными мероприятиями по мониторингу качества питьевой воды; неадекватный охват мероприятиями по дезинфекции воды; отсутствие данных о преобладающем санитарном состоянии МСВ и недостаток качественных данных о безопасности питьевой воды (8–10).

Все эти проблемы крайне негативно отражаются на здоровье сельского населения: за 10-летний период было зафиксировано 30 вспышек заболеваний, передающихся через воду, преимущественно обусловленных качеством МСВ (11). Помимо этого они отрицательно влияют на социальное благополучие, качество образования, производство и безопасность пищевых продуктов, предпринимательскую деятельность и на все виды инвестиций в сельские районы.

В Сербии не существует официального определения МСВ; вместо этого используется классификация по типам поселений (т.е. городские и другие). Требование об отчетности по качеству питьевой воды действует для всех систем водоснабжения, обеспечивающих водой более пяти жилищ (11). При этом бытовые и индивидуальные системы подачи воды в Сербии в настоящее время официально учету не подлежат.

В целях устранения выявленных пробелов в знаниях и консолидированных данных в сфере сельского водоснабжения национальная рабочая группа по реализации Протокола поставила цель организовать и провести ситуационный анализ (исследование) качества питьевой воды и преобладающего санитарного состояния систем сельского водоснабжения.

Анализ проводился в рамках проекта «Экспресс-оценка качества питьевой воды (RADWQ) в сельских районах Сербии» при технической поддержке Европейского центра ВОЗ по окружающей среде и охране здоровья и сети Институтов общественного здравоохранения (ИОЗ) Сербии. Опрос проводился с целью содействия реализации национальных целевых показателей в рамках Протокола, предусматривающих приоритетность мер по усовершенствованию МСВ.

Также целью исследования было устранение пробелов в знаниях и выявление новых проблем, связанных с сельским водоснабжением в Сербии, посредством оценки состояния и функционирования национально репрезентативной выборки МСВ, в том числе качества питьевой воды и преобладающих санитарных условий.

МЕТОДЫ

РАСЧЕТ РАЗМЕРА ВЫБОРКИ

В 2016 г. в сельских районах Сербии был проведен национальный опрос, основанный на методологии ВОЗ по экспресс-оценке (12).

Исследовались два вида технологий водоснабжения: (i) водопроводные системы, состоящие из источника и сети подачи воды и обслуживающие более 20 человек (в соответствии с Инструкцией по гигиеническому соответствию качества питьевой воды) (13); и (ii) индивидуальные системы подачи воды, включающие неглубокие колодцы, обустроенные родники, трубчатые колодцы или скважины (с обсадной трубой и без), обеспечивающие питьевой водой менее пяти домохозяйств.

Количество водопроводных и индивидуальных систем подачи воды, включаемых в исследование в каждом районе Сербии, рассчитывалось по методу первичной и вторичной стратификации на основе следующих данных: число домохозяйств в сельских районах (данные переписи населения) (14); доля сельского населения, обслуживаемого выбранными технологиями водоснабжения (15); годовой отчет за 2014 г. о несоответствии МСВ микробиологическим нормам (11); и реестровое количество МСВ в каждом районе (данные местных ИОЗ). Несмотря на отсутствие информации о точном количестве МСВ на национальном уровне, каждый ИОЗ смог предоставить

реестровую информацию, полученную у местной администрации или военного руководства.

Данные о проценте сельского населения, обслуживаемого выбранными технологиями водоснабжения, были почерпнуты из Многоиндикаторного кластерного обследования (15), проведенного в 2014 г.: 78,4% были подключены к водопроводным системам, подводящим воду к жилищам, дворам или участкам, тогда как 11,8% получали питьевую воду из индивидуальных источников (трубчатые колодцы [или скважины], колодцы или родники). Учитывая, что лишь небольшой процент сельского населения Сербии для получения питьевой воды пользовался общественными водоразборными колонками (1,1%), бутилированной водой (0,8%), разными видами проточной воды (0,4%) и другими несертифицированными источниками (0,3%), эти виды водоснабжения в данном исследовании не рассматривались.

С целью определения размера выборки для исследования необходимо было получить пропорцию (P) МСВ, поставляющих воду, с микробиологическими показателями выше национальных нормативов. Процент трубопроводных и индивидуальных МСВ с качеством воды, превышающим национальные нормативы, определялся на основе отчета за 2014 г. о несоответствии МСВ микробиологическим нормам (11). Уровень несоответствия микробиологическим нормам варьировался от 1,8% до 84,6% в зависимости от района, с медианой порядка 21%. Учитывая тот факт, что множество не имеющих лицензии водопроводных систем не подвергаются регулярной проверке, показатель несоответствия этой воды микробиологическим нормам может быть оценен на уровне 30%. А поскольку индивидуальные системы подачи воды не подлежат регулированию, качество питьевой воды из этих источников не контролируется на регулярной основе. Проверки проводятся лишь по просьбе владельцев (что случается редко). Большинство точечных источников представляют собой неглубокие колодцы, куда могут попадать различные загрязнения, так как в непосредственной близости от них могут находиться отхожие места, небезопасные септические контейнеры и мусорные свалки, такие источники подвергаются воздействию дождей и тающего снега. С учетом этого для индивидуальных источников воды использовался оценочный показатель микробиологического несоответствия в 60%. В итоге общий P рассчитывался на основе указанных данных по сельскому

населению, получающему воду из водопроводных и индивидуальных систем, и оценочных показателей микробиологического несоответствия:

$$P = (0,784 \times 0,30) + (0,118 \times 0,60) = 0,3$$

И наконец, размер исследуемой выборки (n) был рассчитан на основе следующего уравнения:

$$n = 4P \times (1-P) \times D/e^2,$$

где дизайн-эффект (D) установлен на уровне 4, а допустимый уровень точности (e) – на уровне 0,05. Таким образом был получен размер выборки – 1344, которая, в свою очередь, была разделена на две выборки в зависимости от процента населения, обслуживаемого различными системами водоснабжения: 1168 для водопроводных систем и 176 для индивидуальных систем. В ходе полевой работы было взято шесть незапланированных проб воды из индивидуальных источников.

Чтобы избежать потенциальной систематической ошибки, обусловленной разницей в размерах систем водоснабжения, крупные водопроводные системы были подразделены на несколько зон. Для этой цели одна зона водопроводного снабжения определялась как система, обслуживающая не более 2500 потребителей при максимальном размере сельского поселения в 10 000 потребителей (т.е. максимум четыре зоны водоснабжения). Поэтому анализ крупных водопроводных систем подразумевал изучение более одной выборки (в зависимости от количества зон водоснабжения); таким образом, всего было взято 1168 проб из 1136 водопроводных систем.

Выбор конкретных водопроводных систем, включенные в исследование, и их распределение по районам осуществлялись пропорциональным взвешиванием (12) на основе реестровых перечней водопроводных систем, полученных в каждом ИОЗ. Отбор индивидуальных систем подачи воды проходил иначе. В отсутствие достоверных реестров систем индивидуального водоснабжения каждый ИОЗ выбрал наиболее репрезентативные индивидуальные системы в различных поселениях и муниципалитетах своего района.

ПРОБЫ И АНАЛИЗ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Пробы питьевой воды из каждой МСВ были проанализированы на основе одного микробиологического показателя (т.е. содержание кишечной палочки

Escherichia coli в 100 мл воды), физико-химических параметров (т.е. содержание аммиака [мг/л], нитратов [мг/л], марганца [мг/л], мышьяка [мг/л], остаточного хлора [мг/л] – только для хлорируемого водоснабжения, а также рН воды) и органолептических параметров (т.е. температура [°C], цвет [платино-кобальтовая шкала], запах [описательно], мутность [нефелометрические единицы мутности] и проводимость [мкСм/см]).

Для водопроводных систем, включавших лишь одну зону снабжения, забор проб воды проводился в месте использования воды, однако для систем, обслуживавших более 2500 пользователей, осуществлялся дополнительный забор проб из источника и/или распределительной сети или резервуара для каждой МСВ. Для индивидуальных систем забор проб проводился из источника воды.

Все процедуры забора проб, включая меры предупреждения заражения от точки забора и процедуры сохранения и транспортировки проб, проводились в соответствии с Инструкцией по забору проб воды и методам лабораторного анализа питьевой воды (16). Тестирование воды осуществлялось в аккредитованных лабораториях 23-х местных ИОЗ в соответствии с национальными стандартами Института стандартизации Сербии и стандартом 17025 Международной организации по стандартизации (17). Только два параметра измерялись на месте: температура и остаточный хлор (только для хлорированного водоснабжения). Результаты лабораторных анализов были сопоставлены с национальными стандартами (13).

САНИТАРНАЯ ИНСПЕКЦИЯ

По каждой участвовавшей МСВ проводилась санитарная инспекция для оценки преобладающих санитарных рисков. В этих целях полевыми командами применялись стандартизированные формы санитарной инспекции с контрольным списком вопросов, ответы на которые фиксировались на основе визуального наблюдения и интервью с пользователями. Формы санитарной инспекции разрабатывались по шаблонам методологии RADWQ, специально адаптированных к сербскому контексту (12).

Каждая форма содержала 10 вопросов для оценки риска заражения по каждому выбранному виду источника воды (т.е. защищенный родник, скважина с ручным или электрическим насосом, открытый вы-

рытый колодец, вырытый частично крытый колодец с воротом для подъема воды и сооружения для забора поверхностных вод) и распределительной сети. Анкетой охватывались такие вопросы, как наличие ограждений и источников загрязнения в непосредственной близости, технические и конструкторские характеристики/недочеты и практика хлорирования воды. Каждый вопрос был сформулирован таким образом, что ответ «Да» означал наличие потенциальных угроз качеству воды, а ответ «Нет» – отсутствие риска или незначительный риск. Общий показатель санитарных рисков (т.е. количество ответов «Да») указывал на риск микробного загрязнения по каждому виду источника и водоснабжения.

Данные о микробиологическом качестве воды (содержание *E. coli* в 100 мл воды) были объединены с показателями санитарных рисков в матрице «риски – приоритеты» (12). Показатели *E. coli* распределялись по категориям <1, 1–10, 11–100 и >100 на 100 мл, а показатели санитарных рисков – по категориям 0–2, 3–5, 6–8 и 9–10. В этих матрицах системы водоснабжения распределены по четырем уровням риска загрязнения воды (низкий, средний, высокий и очень высокий) (12). На основе этих матриц была сделана оценка уровней приоритетности ответных мер для снижения риска заражения воды по каждой системе водоснабжения.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Непрерывные данные представлены в виде среднего арифметического, минимального и максимального значений, а категориальные данные – в виде абсолютных и относительных величин. Разница в параметрах воды у водопроводных и индивидуальных МСВ анализировалась по критерию хи-квадрат. Данные обрабатывались с использованием статистического пакета для общественных наук (IBM SPSS Statistics software, версия 15.0, Чикаго, Иллинойс, США). Уровень статистической значимости – 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Общие характеристики проанализированных водопроводных и индивидуальных МСВ представлены в таблице 1. Сельские водопроводные системы обслуживали в среднем 500, а индивидуальные – 14 жильцов. Средний срок эксплуатации МСВ обоих

типов – более 35 лет. Лишь 12,4% изученных водопроводных систем эксплуатировались коммунальными службами, являющимися единственными авторизованными юридическими лицами в сфере водоснабжения в Сербии (см. табл. 1).

ТАБЛИЦА 1. ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСТОЧНИКОВ ВОДОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ И ИНДИВИДУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Параметры	Водопроводные системы	Индивидуальные системы
Обследованные МСВ (n)	1136	182
Потребители (n)		
Среднее значение	500	14
Миним. – макс.	2–9500	1–500
Срок эксплуатации источника / системы водоснабжения (лет)		
Среднее значение	35,5	38,8
Миним. – макс.	<1–144	<1–178
Собственник системы водоснабжения (n (%))		
Коммунальная служба	141 (12,4)	0 (0,0)
Местное сообщество	280 (24,6)	0 (0,0)
Муниципалитет	9 (0,8)	0 (0,0)
Группа жильцов	528 (46,5)	0 (0,0)
Частное лицо	71 (6,3)	182 (100,0)
Другое	107 (9,4)	0 (0,0)
Миним.: минимальное значение; макс.: максимальное значение.		

Микробиологическое, физико-химическое и общее соответствие нормативам качества питьевой воды для водопроводных и индивидуальных систем отображены в таблице 2. Микробиологические и физико-химические показатели сходны для обоих видов систем. Около трети проб воды из обеих систем не соответствовали допустимым национальным нормам содержания кишечной палочки (*E. coli*). Более 90% исследованных проб воды соответствовало национальным нормам по всем физическим и химическим показателям, за исключением проводимости и цвета. Пробы воды из индивидуальных систем показали значительно более низкие уровни соот-

ветствия по степени прозрачности, проводимости и содержания нитратов и марганца по сравнению с водопроводными системами. Общее физико-химическое соответствие и общее соответствие были значительно ниже для индивидуальных систем (28,6% и 16,5% соответственно), чем для водопроводных систем (55,6% и 36,9% соответственно) (см. табл. 2).

ТАБЛИЦА 2. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ СООТВЕТСТВИЕ ПРОБ ВОДЫ ИЗ ВОДОПРОВОДНЫХ И ИНДИВИДУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Параметры	Водопровод ^а	Индивид. система ^а	P-значение
<i>E. coli</i> (подсчет/100 мл)	781 (66,9)	124 (68,1)	0,799
Остаточный хлор (мг/л)	539 (99,4)	80 (100,0)	0,581
Цвет (пл.-коб. шкала)	1043 (89,3)	155 (85,2)	0,101
Запах (описательно)	1140 (97,6)	180 (98,9)	0,269
Мутность (НЕМ)	1104 (94,5)	164 (90,1)	0,020
Проводимость (мкСм/см)	1043 (89,3)	137 (75,3)	<0,001
pH	1110 (95,0)	172 (94,5)	0,762
Аммиак (мг/л)	1095 (93,8)	165 (90,7)	0,120
Мышьяк (мг/л)	1081 (92,6)	175 (96,2)	0,075
Марганец (мг/л)	1099 (94,1)	163 (89,6)	0,021
Нитраты (мг/л)	1093 (93,6)	144 (79,1)	<0,001
Общее физико-химическое соответствие ^б	649 (55,6)	52 (28,6%)	<0,001
Общее соответствие ^с	431 (36,9)	30 (16,5)	<0,001

Пл.-коб.: платино-кобальтовая.

НЕМ: нефелометрические единицы мутности.

^а Количество (%).

^б Общее физико-химическое соответствие определяется как соответствие проб воды всем исследованным физическим и химическим нормативам (pH, содержание аммиака, мышьяка, нитратов, марганца и остаточного хлора; цвет, запах, мутность и проводимость).

^с Общее соответствие определяется как соответствие проб воды всем исследованным физическим, химическим и микробиологическим нормативам (остаточный хлор, pH, аммиак, нитраты, марганец, мышьяк, цвет, запах, мутность, проводимость и *E. coli*).

Результаты санитарной инспекции для наиболее типичных источников водопроводных и индивидуальных систем, а также для распределительной сети, показаны в таблице 3. Для обеих систем были выявлены схожие риски загрязнения, такие как отсутствие заградений у родников, доступ животных к источнику (ближе 10 метров) и неудовлетворительное техническое состояние.

Преобладающими факторами риска для скважин с электронасосом, снабжающих водой трубопроводные и индивидуальные системы, были наличие источников загрязнения в непосредственной близости от скважины или насоса (например, отхожие места, сточные трубы, домашний скот, дороги), доступ животных к скважине и неисправные дренажные канавы (см. табл. 3). Преобладающими факторами санитарного риска для распределительных сетей (только для водопроводных систем) были отсутствие хлорирования питьевой воды (72,8%), обслуживание неквалифицированным персоналом (66,1%) и использование двойной системы водоснабжения (т.е. подключение к водопроводной МСВ и индивидуальному обеспечению; 57,9%) (см. табл. 3).

Сравнительные матрицы «риски – приоритеты» для водопроводных систем (источников и сетей) и индивидуальных систем приведены в таблицах 4–6. Анализ показал, что 29,6% источников водопроводных систем, 32,2% распределительных сетей и 40,6% индивидуальных систем требовали мер реагирования на уровне от высокого до очень высокого. Разница в пропорциях категорий риска для водопроводных и индивидуальных систем была значимой ($P = 0,020$).

ТАБЛИЦА 3. ПРЕОБЛАДАЮЩИЕ САНИТАРНЫЕ РИСКИ ВОДОПРОВОДНЫХ И ИНДИВИДУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПО ВИДУ ИСТОЧНИКА И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Вид источника	Фактор санитарного риска	Водопроводные системы ^а	Индивидуальные системы ^а
Защищенный источник	Неогороженный участок вокруг родника	571 (73,2)	23 (88,5)
	Доступ животных к источнику родника (ближе 10 метров)	483 (61,9)	17 (65,4)
	Дренажная канава над родником отсутствует или не функционирует	491 (62,9)	18 (69,2)
Скважина с электронасосом	Наличие отхожего места или сточной трубы в пределах 100 метров от насоса	135 (60,5)	35 (72,9)
	Наличие другого источника загрязнения в пределах 50 метров от скважины (домашний скот, обрабатываемые поля, дорога, промышленное предприятие)	142 (63,7)	28 (58,3)
	Дренажный канал отсутствует или имеет трещины, разрушен или нуждается в очистке	121 (54,3)	31 (64,6)
Распределительная сеть	Питьевая вода не хлорируется	827 (72,8)	НП
	Водопроводная система эксплуатируется неквалифицированным персоналом (не имеющим официального образования в сфере управления водоснабжением)	751 (66,1)	НП
	Использование домохозяйствами двойной системы водоснабжения (параллельное подключение к водопроводной и индивидуальной системе)	658 (57,9)	НП

НП: не применимо.
^а Количество (%) положительных ответов, т.е. ответов «Да».

ТАБЛИЦА 4. СРАВНИТЕЛЬНАЯ МАТРИЦА «РИСКИ – ПРИОРИТЕТЫ» ДЛЯ ИСТОЧНИКОВ ВОДОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ^а

Подсчет <i>E. coli</i> (КОЕ/100 мл)	Показатель санитарной инспекции				Всего
	0–2	3–5	6–8	9–10	
<1	332 (28,4)	343 (29,4)	99 (8,5)	7 (0,6)	781 (66,9)
1–10	60 (5,1)	88 (7,5)	33 (2,8)	9 (0,8)	190 (16,3)
11–100	44 (3,8)	62 (5,3)	33 (2,8)	13 (1,1)	152 (13,0)
>100	17 (1,5)	21 (1,8)	6 (0,5)	1 (0,1)	45 (3,8)
Всего	453 (38,8)	514 (44,0)	171 (14,6)	30 (2,6)	1168 (100,0)

Уровень риска	Низкий: меры не требуются	Средний: низкий приоритет мер	Высокий: высокий приоритет мер	Очень высокий: требуются срочные меры
Всего	332 (28,4)	491 (42,0)	271 (23,2)	74 (6,4)

^а Количество (%).

ТАБЛИЦА 5. СРАВНИТЕЛЬНАЯ МАТРИЦА «РИСКИ – ПРИОРИТЕТЫ» ДЛЯ СЕТЕЙ ВОДОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ^а

Подсчет <i>E. coli</i> (КОЕ/100 мл)	Показатель санитарной инспекции				Всего
	0–2	3–5	6–8	9–10	
<1	258 (22,1)	407 (34,8)	98 (8,4)	18 (1,5)	781 (66,9)
1–10	19 (1,6)	108 (9,2)	49 (4,2)	14 (1,2)	190 (16,3)
11–100	25 (2,1)	70 (6,0)	47 (4,0)	10 (0,9)	152 (13,0)
>100	7 (0,6)	27 (2,3)	9 (0,8)	2 (0,2)	45 (3,8)
Всего	309 (26,4)	612 (52,4)	203 (17,4)	44 (3,8)	1168 (100,0)
Уровень риска	Низкий: меры не требуются	Средний: низкий приоритет мер	Высокий: высокий приоритет мер	Очень высокий: требуются срочные меры	
Всего	258 (22,1)	534 (45,7)	289 (24,7)	87 (7,5)	

^а Количество (%).

ТАБЛИЦА 6. СРАВНИТЕЛЬНАЯ МАТРИЦА «РИСКИ – ПРИОРИТЕТЫ» ДЛЯ ИСТОЧНИКОВ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ СИСТЕМ^а

Подсчет <i>E. coli</i> (КОЕ/100 мл)	Показатель санитарной инспекции				Всего
	0–2	3–5	6–8	9–10	
<1	42 (23,1)	52 (28,6)	29 (15,9)	1 (0,5)	124 (68,1)
1–10	6 (3,3)	8 (4,4)	9 (4,9)	0 (0,0)	23 (12,6)
11–100	8 (4,4)	10 (5,5)	5 (2,7)	1 (0,5)	24 (13,2)
>100	2 (1,1)	6 (3,3)	3 (1,6)	0 (0,0)	11 (6,1)
Всего	58 (31,9)	76 (41,7)	46 (25,3)	2 (1,1)	182 (100,0)
Уровень риска	Низкий: меры не требуются	Средний: низкий приоритет мер	Высокий: высокий приоритет мер	Очень высокий: требуются срочные меры	
Всего	42 (23,1)	66 (36,3)	61 (33,5)	13 (7,1)	

^а Количество (%).

ОБСУЖДЕНИЕ

Впервые в Сербии была проведена систематическая оценка состояния МСВ, основанная на методологии ВОЗ RADWQ. По данным переписи населения, 40,1% всего населения Сербии проживает в сельских районах (14). На момент исследования (данные не указаны) изученные МСВ снабжали водой более

439 000 граждан, обеспечивая охват порядка 15% сельского населения страны.

Исследование продемонстрировало как сходные, так и различные показатели для водопроводных и индивидуальных систем. Во-первых, обе системы имели сходные санитарные характеристики и риски загрязнения питьевой воды. Преобладающими про-

блемами для типичных источников как водопроводной, так и индивидуально получаемой воды были наличие в непосредственной близости источников загрязнения и неудовлетворительное техническое состояние. Помимо этого водопроводные сети требовали ремонта, плохо дезинфицировались и обслуживались. Эти результаты позволяют предположить, что в будущем для ремонта или поддержания в рабочем состоянии водопроводных и индивидуальных систем потребуются различные технические меры и объемы финансовых вложений (1).

Во-вторых, сходным было микробиологическое качество питьевой воды в водопроводных и индивидуальных системах. Индикатор фекального загрязнения, *E. coli*, был обнаружен в 33,1% проб из водопроводных систем и 31,9% проб из индивидуальных систем, что свидетельствовало о заражении этой воды экскрементами человека или животных и о возможном присутствии в питьевой воде патогенных организмов (18). Тем не менее исследование химического качества воды из водопроводных и индивидуальных систем показало значительные различия: физико-химическое и общее соответствие национальным нормативам было значительно ниже для индивидуальных систем по сравнению с водопроводными.

Это приводит нас к основной проблеме МСВ в Сербии: проблеме технического обслуживания и прав собственности. Исследование показало, что лишь 12,4% водопроводных систем регулируются коммунальными службами, тогда как 87,6% обслуживаются неавторизованными сельскими поставщиками, не являющимися юридическими лицами (19). При этом такие мероприятия, как организация регулярного мониторинга качества питьевой воды и санитарного надзора, внедрение национального законодательства по вопросам качества питьевой воды, предоставление устойчивого финансирования и инвестирование в улучшение качества, возможны лишь при регулировании МСВ юридическими лицами, т.е. коммунальными службами. Это предположение подтверждается дополнительным анализом; например, из всех проб, не соответствовавших национальным нормативам по *E. Coli* (данные не указаны), пробы из водопроводных систем в ведении коммунальных служб составили лишь 3,1%.

Новшество применявшейся методологии заключается в использовании матриц «риски – приоритеты»

для определения уровней срочности ответных мер по конкретным МСВ в целях снижения показателей загрязнения и рисков для здоровья (12). Более 60% систем водообеспечения имели риск заражения от низкого до среднего. Однако 29,6% изученных водопроводных систем и 40,6% индивидуальных систем требовали мер реагирования на уровне от высокого до очень высокого. Распределение сельских систем водоснабжения по уровням срочности реагирования позволит местному руководству составить список приоритетных задач для повышения качества воды, оценки необходимых инвестиций и внедрения ответных мер для разрешения выявленных проблем.

Другое исследование, проведенное по методологии RADWQ в сельской местности двух районов Грузии (20), продемонстрировало сходные показатели качества воды и санитарные характеристики: недостаток мер дезинфекции и санитарно-защитных зон. Сравнительные матрицы «риски – приоритеты» для двух районов Грузии показали, что 24–40% систем водоснабжения находились в высокой и очень высокой категориях риска (20).

Однако результаты настоящего исследования трудно сопоставить с предыдущими официальными докладами по качеству воды в сельских МСВ. Контроль качества питьевой воды в сельских районах является неотъемлемой частью национальной программы по предупреждению инфекционных заболеваний (21), и эта работа проводится ИОЗ и санитарной инспекцией под руководством Министерства здравоохранения (22). По результатам настоящего исследования микробиологическое несоответствие протестированной питьевой воды национальным нормативам было на 10% выше, чем это показали результаты регулярного мониторинга качества воды в Сербии (11). Это расхождение можно объяснить применением разных методологий. В данном исследовании, за счет случайного отбора, множество сельских МСВ были проинспектированы впервые (12), тогда как охват национальной программы ограничен МСВ, по которым подписан контракт с местным ИОЗ, из-за чего небольшие или удаленные системы водоснабжения могли не попасть в программу мониторинга (11).

ТРУДНОСТИ, ВЫЯВЛЕННЫЕ В ХОДЕ ПОЛЕВОЙ РАБОТЫ

Полевые команды, проводившие исследование, с самого начала столкнулись с рядом трудностей,

в частности, с отсутствием информации о количестве водопроводных и индивидуальных систем и их точном местоположении. В большинстве случаев специалисты не могли полагаться на данные, содержащиеся в докладах для местных ИОЗ, и вместо этого получали информацию у местного руководства и сообществ. Кроме того, во время проведения исследования оказалось, что некоторые МСВ были повреждены наводнениями или последующими оползнями, произошедшими в 2014 г. Также, к сожалению, команды не получили достаточной поддержки от представителей местных сообществ, что, вероятнее всего, было вызвано их опасениями попасть под санкции при выявлении несоответствия качества воды национальным нормативам.

ПРЕИМУЩЕСТВА ДАННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Насколько известно авторам, это первое систематическое исследование индивидуальных МСВ, охватывающее все сельские районы Сербии. Впервые сельское население получило возможность получить информацию о качестве питьевой воды в их домах, что может послужить основой для дальнейших программ просвещения по вопросам гигиены и санитарии. Пользователи трубопроводных МСВ были проинформированы об их праве сделать запрос о передаче этих систем в управление местных сообществ, что предусматривается национальным законодательством (19). И наконец, важную роль для проведения исследования малых систем водоснабжения на национальном уровне сыграло наличие хорошо развитой сети ИОЗ. Благодаря участию в исследовании ИОЗ смогли получить систематическую исходную информацию о состоянии МСВ, находящихся в их ведении, привлечь внимание к проблемам МСВ и инициировать ответные меры на местах для их усовершенствования.

ВЫВОДЫ

Результаты исследования являются серьезным обоснованием для внедрения мер по улучшению сельских МСВ; исследование позволило определить как проблемы, требующие специальных программ реагирования, так и направления для развития национальной политики и подзаконных актов в сфере водоснабжения и охраны здоровья. Основные проблемы, выявленные в ходе исследования, связаны

с ненадлежащей эксплуатацией и техническим обслуживанием МСВ, отсутствием квалифицированного персонала для обеспечения безопасного функционирования МСВ и отсутствием мер по дезинфекции воды, что в комплексе приводит к значительному ухудшению качества воды (в частности, из-за микробиологического загрязнения) и повышает риски для здоровья сельского населения.

Основная мера реагирования для улучшения ситуации по МСВ связана с принятием планов обеспечения безопасности воды (ПОБВ) (23), реализация которых, как показывает опыт, позволяет улучшить процессы управления системами водоснабжения и обеспечить защиту здоровья населения. В этой связи следующим важным шагом должно стать создание правовых рамок для внедрения ПОБВ в купе с практическими пилотными мероприятиями, укреплением потенциала местных специалистов и сотрудников ИОЗ, отвечающих за осуществление ПОБВ, и развитие национальной системы мер поддержки краткосрочных и долгосрочных действий по реализации ПОБВ.

Также необходимо разработать национальные и местные планы действий по усовершенствованию МСВ в сельских районах, включая положения о защите источников воды, технических улучшениях, дезинфекции воды, регулярном мониторинге и санитарной инспекции качества воды авторизованными руководящими органами здравоохранения и повышении осведомленности о проблеме среди местного населения и компетентных руководящих структур. Для получения систематического обзора данных о сельском водоснабжении и эффективной реализации мер воздействия необходимо подготовить национальный реестр существующих МСВ.

Выражение признательности: авторы благодарят все полевые команды и координаторов сети Институтов сети общественного здравоохранения Сербии. Настоящий материал посвящается покойному д-ру Dragan Ilić директору Института общественного здравоохранения Сербии, чья неоценимая поддержка и энтузиазм вдохновляли авторов на проведение активной работы.

Источники финансирования: исследование финансировалось Европейским региональным бюро ВОЗ и из средств Счета развития

Организации Объединенных Наций в рамках Двухгодичного соглашения о сотрудничестве между Министерством здравоохранения Сербии и Европейским региональным бюро ВОЗ.

Конфликт интересов: не заявлен.

Ограничение ответственности: авторы несут самостоятельную ответственность за мнения, выраженные в данной публикации, которые не обязательно представляют решения или политику Всемирной организации здравоохранения.

БИБЛИОГРАФИЯ

- Rickert B, Barrenberg E, Schmoll O, редакторы. Принятие мер на уровне политики для улучшения работы маломасштабных систем водоснабжения и санитарии: инструменты политики и передовая практика в Европе. Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ; 2016.
- Rickert B, Samwel M, Shinee E, Kozisek F, Schmoll O, редакторы. Состояние маломасштабных систем водоснабжения в Европейском регионе ВОЗ. Результаты опросного исследования, проведенного в рамках Протокола по проблемам воды и здоровья. Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ; 2016.
- Constitution of the Republic of Serbia. Official Gazette of the Republic of Serbia No. 98/2006 (на сербском языке).
- Генеральная Ассамблея Организации Объединенных Наций. Право человека на воду и санитарии: резолюция/ принята Генеральной Ассамблеей 3 августа 2010 г., A/RES/64/292 (<http://www.refworld.org/docid/4cc926b02.html>, по состоянию на 23 декабря 2016 г.).
- Law on the Confirmation of the Protocol on Water and Health to the 1992 Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes and the Amendments on Articles 25 and 26 of the Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes. Official Gazette of the Republic of Serbia No.01/2013 (на сербском языке).
- Генеральная Ассамблея Организации Объединенных Наций. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года, 21 октября 2015 г., A/RES/70/1 (<http://www.refworld.org/docid/57b6e3e44.html>, по состоянию на 23 декабря 2016 г.).
- Всемирная организация здравоохранения. Инвестирование в водоснабжение и санитарии: расширение доступа, уменьшение неравенства. Глобальный анализ и оценка состояния санитарии и питьевого водоснабжения в рамках Механизма «ООН – Водные ресурсы» (ГЛААС) 2014. Женева: Всемирная организация здравоохранения; 2014 (http://www.who.int/water_sanitation_health/glaas/2014/glaas_report_2014/ru/, по состоянию на 23 декабря 2016 г.).
- Jovanovic D, Veljkovic N, editors. Implementation of the Protocol on Water and Health in the Republic of Serbia – baseline analysis. Belgrade: Ministry of Health of the Republic of Serbia; 2014 (<http://www.zdravlje.gov.rs/downloads/2014/Decembar/Decembar2014ProtokolovodizdravljuAnalizastanja.pdf>, по состоянию на 23 декабря 2016 г.; на сербском языке).
- Jovanovic D, Veljkovic N, Jovanovic L, Savic A, Stanojevic D. Implementation of the Protocol on Water and Health in the Republic of Serbia – situation analysis. Water and Sanitary Technology. 2015;2:5–10.
- UN Economic Commission for Europe, WHO Regional Office for Europe. Collection of good practices and lessons learnt on target setting and reporting under the Protocol on Water and Health. New York and Geneva: UN Economic Commission for Europe; 2016.
- Report on the implementation of the Programme for the Protection of Population from Communicable Diseases for Hygiene in 2014. Belgrade: Institute of Public Health of Serbia “Dr Milan Jovanović Batut”; 2015 (на сербском языке).
- Rapid assessment of drinking-water quality: a handbook for implementation. Geneva: World Health Organization; 2012.
- Rulebook on hygienic correctness of drinking-water quality. Official Journal SRJ, No. 42/1998 (на сербском языке).
- 2011 Census of Population, Households and Dwellings in the Republic of Serbia. Population. Households according to the number of members. Data by settlements. Belgrade: Statistical Office of the Republic of Serbia; 2013.
- Water and sanitation. In: 2014 Serbia Multiple Indicator Cluster Survey and 2014 Serbia Roma Settlements Multiple Indicator Cluster Survey, Key Findings. Belgrade: Statistical Office of the Republic of Serbia and UNICEF; 2014.
- Rulebook on sampling methods and methods for drinking-water laboratory analysis. Official Journal SFRJ No. 33/87 (на сербском языке).
- General requirements for the competence of testing and calibration laboratories (EN ISO/IEC 17025:2005). Belgrade: Institute for Standardization of Serbia; 2006 (на сербском языке).
- Guidelines for Drinking-Water Quality, 4th edition. Geneva: World Health Organization; 2011.

19. Law on Public Utilities. Official Gazette of the Republic of Serbia No. 88/2011 (на сербском языке).
20. Gabriadze N, Juruli M, Rickert B, Schmoll O, Shinee E, Aertgeerts R et al. Situation assessment of small-scale water supply systems in the Dusheti and Marneuli districts of Georgia. Dessau, Germany: Umweltbundesamt; 2012 (<https://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/kleine-wasserversorgungen-in-georgien-0>, по состоянию на 16 сентября 2016 г.).
21. Regulation on the Programme of the Protection of the Population against Communicable Diseases. Official Gazette of the Republic of Serbia No. 05/2016 (на сербском языке).
22. Law on Public Health. Official Gazette of the Republic of Serbia No. 15/2016 (на сербском языке).
23. План обеспечения безопасности воды: практическое руководство по повышению безопасности питьевой воды в небольших местных общинах. Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ; 2014.

Original research

AEROTOXIC SYNDROME: A NEW OCCUPATIONAL DISEASE?

Susan Michaelis¹, Jonathan Burdon², C. Vyvyan Howard³

¹ School of Health Sciences, University of Stirling, United Kingdom

² Consultant Respiratory Physician, Melbourne, Australia

³ Centre for Molecular Biosciences, University of Ulster, United Kingdom

Corresponding author: Susan Michaelis (email: susan@susanmichaelis.com)

ABSTRACT

Background: Concerns related to adverse health effects experienced by aircrew exposed to aircraft contaminated air have been ongoing for over 6 decades. Unfiltered breathing air is supplied to the cabin via the engine compressor. The likelihood that oil leaking over the engine oil seals may enter the cabin air supply has prompted continuing debate about the hazards associated with exposure to neurotoxic substances and to the thermally degraded or pyrolysed mixture. In this study, we undertook an in-depth investigation

of aircrew involved in suspected aircraft contaminated air events.

Methods: Two studies were conducted to review the circumstances and symptoms of a cohort of aircrew working in the pressurized air environment of aircraft. A table of effects was then used for categorizing symptoms and reviewing other sources of data related to aircraft fluids and selected other conditions.

Results: Both acute and chronic exposures to neurotoxic and a wide range of thermally

degraded substances were confirmed, along with a clear pattern of acute and chronic adverse effects. The latter were supported by medical findings and diagnoses, notably involving the neurological, neurobehavioural and respiratory systems.

Conclusion: A clear cause and effect relationship has been identified linking the symptoms, diagnoses and findings to the occupational environment. Recognition of this new occupational disorder and a clear medical investigation protocol are urgently needed.

Keywords: AEROTOXIC SYNDROME, AEROTOXICITY, CABIN AIR CONTAMINATION, CABIN AIR QUALITY, JET ENGINE OILS, OIL FUMES, TCP

INTRODUCTION

In 1955, the first civilian aircraft adopted the military practice of bleeding unfiltered air (so-called bleed air) from engine compressors to supply the cabin ventilation system. Adverse effects on crew exposed to low levels of synthetic jet engine oil leaking over the oil seals were soon observed (1). It was promptly recognized that air bled from the engine compressors was contaminated via internal engine oil leakage into the compressor air (2). Hydraulic and de-icing fluids may also contaminate incoming engine air. Military studies found that the base stock of engine oils produce a wide variety of toxic substances as temperatures increase (i.e. when pyrolysed) (3).

Turbine engines utilize synthetic lubricants that generally include an ester base stock (95%), a wide variety of triaryl phosphates (TAPs), organophosphate (OP) anti-wear additives (around 3%), amine antioxidants and proprietary ingredients (1–2%). The commercial formulation of the OP additive is generally cited as tricresyl phosphate (TCP). Exposure of such substances to extreme temperatures generates a large number of pyrolysed compounds and hydrocarbons. Hydraulic fluids are made up primarily of tributyl phosphates (TBPs) and triphenyl phosphates, while de-icing fluids consist of ethylene and propyl glycols.

Over the last 2 decades, many ad hoc air-monitoring studies have been performed during normal engine operations. These have focused on TCP, which is

routinely found in 25–100% of air samples taken during flights (4). TBP was identified in 73% of flights, while low levels of TBP and triphenyl phosphite metabolites have been found in 100% of urine samples.

While increasing numbers of reports and case studies have been published over the years, there has been much debate about the contamination sources and components, toxicity, consistency of signs and symptoms, and lack of causal mechanism (5–7). The lack of an accepted international protocol for the medical investigation of crew and passengers after an air quality incident means that consistent data has been difficult to obtain. This is further complicated by the fact that, at the levels encountered, the toxicants tend to cause a diffuse set of neurological and other symptoms currently classified as nonspecific.

The aim of this study was to undertake an in-depth investigation of aircrew involved in suspected aircraft contaminated air events to determine whether the reported symptoms and diagnoses are consistent with exposure to pyrolysed jet engine oil and engine/aircraft fluids or to other factors.

METHODS

Two independent studies were conducted to review the circumstances and symptoms of a cohort of aircrew working in the pressurized air environment of aircraft in which bleed air contamination was recognized to occur. A table of effects was then used to categorize symptoms and review other sources of data related to aircraft fluids and selected other conditions.

First, in a BAe 146 aircraft pilot health survey PhD research project (study A) (8), United Kingdom pilot unions were requested to supply a list of all known United Kingdom certified BAe 146/146 Avro RJ aircraft (BAe 146) pilots. In all, 274 BAe 146 pilots (14% of the known total; 7% women) responded to a telephone interview or written questionnaire regarding their contaminated air exposure history, health effects and medical diagnoses. Data were collected (by SM) from 2005 to 2009 on demographics, flying history, flight deck air quality history, health effects and other comments. Of these, 142 of the pilots reported specific symptoms and diagnoses, 30 reported adverse health effects, but provided no

detail, while 77 reported no health effects and 25 failed to advise either way.

The second study was a case study analysis of 15 potential cabin air quality incidents (study B). The incidents were selected because they were reported to be consistent with acute hyperventilation and hypoxia (9) and extensive data was available. Data sources included: airline, crew and maintenance reports; incident investigation and regulator reports; health effects and medical records; and media, union and legal reports. The incidents took place in Australia, Germany, the United Kingdom and the United States of America. Extensive data on the aircraft flight history, acute and long-term effects on crew, medical diagnoses and findings, and maintenance findings were collated.

A table was then developed to categorize acute and chronic symptoms. Study A included 142 pilots reporting specific symptoms, while study B included specific symptoms reported per incident, rather than per person. Substances utilized in the oils and hydraulic and de-icing fluids were then assessed against the European Regulation EC No. 1272/2008 on classification, labelling and packaging of substances (CLP), hazard classifications (10) and hazard databases. Symptoms were compared with published literature on cabin air, hyperventilation and hypoxia. Study A reviewed the workplace environment and general health of the group of pilots, whereas study B reviewed the various associated health and operational factors of the 15 suspected contaminated air events.

Authors of this paper include a qualified respiratory physician (JB) and medical pathologist (CVH), who are competent to analyse and interpret the health effects outlined in the studies. The first author (SM) is a commercial pilot with a PhD and MSc in this research area, and is thus uniquely qualified to perform the data assessment.

RESULTS

STUDY A

Study A included the 219 pilots who reported either specific ($n = 142$) or no ($n = 77$) health effects (8). Adverse effects (ranging from acute to long-term symptoms) included cardiovascular, gastrointestinal, general (fatigue,

performance decrement) irritant, neurobehavioural, neurological and respiratory effects (Fig. 1).

FIG 1. STUDY A: BAe 146 AIRCRAFT PILOT HEALTH SURVEY - HEALTH EFFECTS (N = 219)

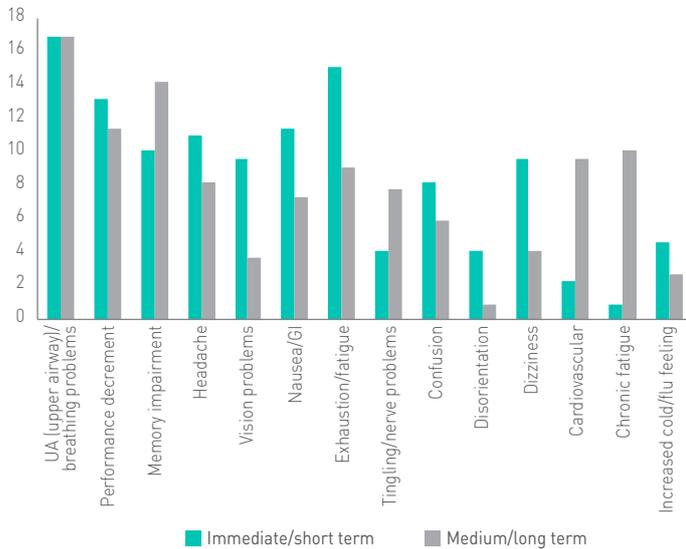
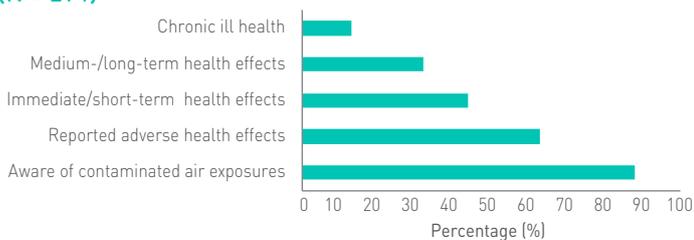


Fig. 2 shows that of the 274 pilots surveyed, 88% were aware of exposure to aircraft contaminated air. In all, 34% reported frequent exposures, 18% reported one to two big events and 7% reported visible smoke or mist events, with most reporting fumes only. In all, 63% reported immediate (i.e. acute, occurring during the flight) to long-term (i.e. chronic, lasting for >6 months) adverse health effects; 44% reported acute or short-term effects (lasting for days to weeks); and 32% reported medium-term (lasting for weeks to months) chronic effects consistent with suspected contaminated air exposures.

FIG. 2. STUDY A: BAe 146 PILOT ADVERSE HEALTH EFFECTS (N = 274)



Of the 274 pilots, 36 (13%) had died or had experienced chronic ill health leading to a permanent loss of fitness

to fly. The types of adverse effects and diagnoses described were: neurobehavioural, 64%; neurological and general factors (e.g. chemical sensitivity, chronic fatigue, gastrointestinal (GI) symptoms), 53%; respiratory, 39%; and cardiovascular, 25%. The chronic cohort (13%) reported ill health at 37–433% above the controls. In all, 10% of the pilots had flown the BAe 146 for under 2 years, 54% for 3–10 years and 19% for over 11 years.

STUDY B

A range of findings for study B were identified based on 15 selected incidents (shown in Table 1). In all, 80% of events involved fumes only, 53% took place on the flight deck and 27% took place in both the flight deck and cabin. All events involved non-steady state (i.e. transient) engine operation, with 80% occurring during a climb and or descent. The incidents occurred in seven different aircraft types and 87% were linked to positive maintenance findings of oil leakage. In all, 66% of events involved further reports of fumes both before and after the incident.

Symptoms ranging from in-flight incapacitation to impairment were reported in 93% of events, with the majority (73%) involving pilots and 33% including full or partial incapacitation of two pilots. In all, 53% of events included long-term adverse effects for one or more crew members. Almost 75% of events included adverse effects in more than one crew member and 47% of events reported 10–23 different symptoms. In total, 73% of events were associated with some form of medical investigation soon after the incident, with less than 50% providing a variety of medical findings (shown in Table 2). Chronic medical findings/diagnoses were found for two thirds of events (shown in Table 2), including cardiovascular, neurobehavioural, neurological and respiratory symptoms, chronic fatigue, multiple chemical sensitivity, aerotoxic syndrome, cancer, soft tissue damage, and chemical exposure. Nine pilots either became unfit to fly or died. Passengers reported adverse effects in 27% of events.

This study highlights links to a variety of operational factors: most events involved non-visible fumes only, low use of emergency oxygen and checklists by pilots, failure to report events as required, inadequate fault identification, with residual events occurring, with most events caused by oil leakage.

TABLE 1. STUDY B: KEY FINDINGS

CATEGORY	Column A
TYPE OF EVENT	Fumes x 12; Fumes & haze or smoke x 3
LOCATION	Flight deck x 8; Cabin x 3; Flight deck & cabin x 4
PHASE OF FLIGHT	Climb & or descent x 12; After start x 1; Various phases x 2
ENGINE OPERATION	Non steady state engine operation x 15
AIRCRAFT TYPES	BAe 146 x 5; A 330 x 2; A 319 x 2; B757 x 3 B737 x 1; B767 x1; B747 x 1
PREVIOUS REPORTS OF FUMES ON AIRCRAFT	10
FOLLOWING REPORTS OF FUMES ON AIRCRAFT	10
MAINTENANCE FINDINGS	Oil x11; Oil & hydraulic x 2; Unknown x 2 (1 possible oil overfill)
LEVEL OF EFFECT (AT TIME OF EVENT)- Pilots & cabin crew	Incapacitation & or partial incapacitation x 7; Incapacitation & impairment x 2; Impairment x 5
LEVEL OF EFFECT (AT TIME OF EVENT) -Pilot(s)	Incapacitation - Full & or partial x 7; Incapacitation & impairment x 1; Impairment- all x 4
2 Pilot incapacitation- Full or partial	5
TIME OF EFFECT	Immediate (in-flight) x 14; Short to medium-term x 12; Long-term x 8
NUMBER OF ACUTE SYMPTOMS REPORTED /INCIDENT	1 - 9 x 8; 10 - 23 x 7
>1 CREW MEMBER AFFECTED	11
PASSENGERS EFFECTED	4
MEDICAL TESTS UNDERTAKEN AT TIME OF EVENT	11
MEDICAL FINDINGS AT TIME OF EVENT	7
MEDICAL FINDINGS/DIAGNOSIS LATER ON	10
LOSS OF PILOT MEDICAL CERTIFICATE/ ABILITY TO FLY	9
LOSS OF CABIN CREW LONG-TERM FITNESS TO FLY	5
USE OF OXYGEN	Both pilots x 6; 1 pilot x 3; All crew x 0
DELAYED USE OF OXYGEN BY PILOTS	5
OXYGEN HELPED	8
EMERGENCY CHECKLIST USED BY PILOTS	2
REPORTING AS REQUIRED	9
AIR ACCIDENT INVESTIGATION BUREAU REPORT	10

TABLE 2. STUDY B: INDEPENDENT MEDICAL FINDINGS/DIAGNOSES BY MEDICAL STAFF

SHORT-TERM MEDICAL FINDINGS & DIAGNOSES	No.	LONG-TERM MEDICAL FINDINGS & DIAGNOSES	No.
Hydrocarbon fume inhalation/chemical injury on aircraft	1	RADS (Reactive Airways Dysfunction Syndrome) / occupational asthma	6
Adverse effect on the vocal chords and bronchial tubes	1	PTSD (Post Traumatic Stress Disorder)	3
Tricresyl phosphate (TCP) in blood	1	Neurotoxic injury	1
Raised levels of VOCs, nickel, cell degradation	1	Toxic encephalopathy	1
Double hernia due vomiting	1	Neuropathy on vocal chords/limbs	3
Poisoning by non-medical agent	5	MCS (Multiple Chemical Sensitivity)	1
SPO2 70% / 80% (peripheral capillary oxygen saturation)	2	CFS (Chronic Fatigue Syndrome)	1
Abnormal blood results: CK; CK-MB; LDH; GOT (AST); GPT (ALT)	2	Anxiety/depression	1
Traumatic muscle damage and ischemia due excessive athletic sports or contamination	2	Cognitive dysfunction	4
Toxic effect of gas, fumes or smoke	2	Dementia	1
Possible inhibition of the enzyme AChE or other neurospecific esterase caused by organophosphates	2	ADHD (Attention Deficit Hyperactivity Disorder)	1
Toxicopy	2	Seizure disorder	1
carboxyhemoglobin at or above the high normal range - exposure to burned organic chemicals	4	Depression	1
TOCP (Triortho cresyl phosphate) adduct on Bche	1	Aerotoxic syndrome	1
Inhalation injury	1	Chemical injury at work	1
Organophosphate (OP) type poisoning/internal bleeding	1	Neurological chemical injury	1
		CNS injury	1
		G4 GBM (deceased) - (Glioblastoma brain tumour)	1
		Wallerian degeneration	1
		Vocal polyps	1
		Heart attack + phosphate exposure (deceased)	1
		Frontal lobe damage	1
		Optic nerve damage	1
		Migraines	1

OVERVIEW SURVEY

Table 3 lists a range of acute and chronic symptom clusters with low to high prevalence in the selected studies. Study A found moderate acute central nervous systems (CNS), general, GI, neurobehavioural and irritant effects. Moderate levels of chronic cardiovascular, general (fatigue, performance decrement, rheumatological), irritant,

neurobehavioural, neurological and respiratory effects were reported. Study B found high rates of acute GI, neurobehavioural, neurological, respiratory, performance decrement and irritant effects, and moderate levels of chronic, GI, neurobehavioural, neurological, respiratory effects and general effects such as chemical sensitivity, fatigue and performance decrement skin and irritant effects.

TABLE 3. OVERVIEW SURVEY

SYMPTOM	Study A		Study B		CLP- Hazard classification (harm-onized/noti-fied) - oil, hy-draulic, deicing fluid	Litera-ture	Hazard Data-bases ¹		HYPOXIA	HYPERVEN-TILATION
	n=142		15 incidents				- oil, hydraulic, deicing fluid			
	No of pilots report-ing Symptoms		No of incidents/symptom							
	Acute	Chronic	Acute	Chronic			Acute	Chronic		
NEUROLOGICAL						X	X	X		
CENTRAL (CNS)						X	X	X		
Incapacity/paralysis; Im-paired/loss of consciousness	9 (6%)	1 (1%)	15 (100%)			X	X	X	loss con-sciousness	semi con-sciousness
Headache /Pressure in head/trouble speaking	47 (33%)	21 (15%)	11 (73%)	5 (33%)		X	X	X	headache	headache
Balance problems/erratic movement/ataxia	11 (8%)	7 (5%)	2 (13%)	1 (7%)		X	X	X		
Vision problems/tunnel or double vision/dilated pupils/nystagmus	11 (8%)	10 (7%)	8 (53%)	1 (7%)		X	X		unrespon-sive pupils	visual dis-turbances
PERIPHERAL (PNS) Motor;Sensory;Autonomic						X	X	X		
Shaking/tremors; Inco-ordi-nation/motor response	12 (9%)	17 (12%)	11 (77%)	6 (40%)		X	X	X		shakes/twitches
Paraesthesiae/numbness in limbs/other; Peripheral neu-roopathy	12 (9%)	25 (18%)	5 (33%)	7 (46%)	Neurotoxic-ity, Single & repeat exposure	X	X	X		tingling/numbness
Sweaty/temperature control/pallor/flushing/taste	7 (5%)	6 (4%)	3 (21%)	6 (60%)		X	X	X	sweating	sweats/hot/cold
NEUROBEHAVIOURAL						X	X	X		
NEUROLOGICAL						X	X			
Discomfort/intoxication/diso-rientation/confusion	16 (11%)	3 (2%)	10 (66%)	1 (7%)		X	X		confusion/disorienta-tion	confusion/disorienta-tion
Behavioural/personaility Changes;unreality/anxiety/depression	1 (1%)	20 (14%)		7 (46%)		X	X	X	unreality	unreality/anxiety
Dizziness/light-headedness/lethargy/drowsiness	21 (15%)	9 (6%)	11 (73%)	3 (20%)	Drowsi-ness/dizzi-ness:CNS	X	X	X	light head-edness	light head-edness
COGNITIVE						X	X			dizziness
Cognitive problems: problem solving/concentration/memo-ry/writing	46 (32%)	58 (41%)	14 (93%)	9 (60%)		X	X	X	cognitive problems	cognitive impairment

TABLE 3. OVERVIEW SURVEY

SYMPTOM	Study A		Study B		CLP- Hazard classification (harmonized/notified) - oil, hydraulic, deicing fluid	Literature	Hazard Data-bases ¹		HYPOXIA	HYPERVENTILATION	
	n=142		15 incidents				- oil, hydraulic, deicing fluid	Acute			Chronic
	No of pilots reporting Symptoms		No of incidents/symptom								
	Acute	Chronic	Acute	Chronic			Acute	Chronic			
Giggling/euphoric			2 (13%)			X	X		euphoria		
GASTROINTESTINAL							X	X			
Nausea/vomiting/ Diarrhoea	25 (18%)	14 (10%)	14 (93%)	5 (33%)	Harmful if swallowed	X	X	X	nausea/vomiting		
Cramps/bloating/pain/digestive problems		2 (1%)	4 (27%)	2 (13%)	Harmful/fatal if inhaled	X	X	X		bloating/belching	
RESPIRATORY					Respiratory tract irritant						
Breathing problems/cough/chest discomfort/wheezing/lung irritation	15 (11%)	34 (23%)	11 (73%)	4 (27%)	Respiratory sensitization Allergy/asthma / difficulty breathing	X	X	X	breathing problems	breathing problems	
CARDIOVASCULAR										chest pain	
Chest pain/ tightness/variable heart rate/palpitations/BP	6 (4%)	21 (14%)	5 (33%)			X	X		variable heart rate/palpitations	irregular heart rate/palpitations	
GENERAL: rheumatological; miscellaneous; soft tissue					Target organ toxicity-single/repeat						
Joint/muscle pain/aches/twitches/weakness	8 (6%)	23 (16%)	4 (27%)	2 (13%)	Liver; urinary tract; heart;	X	X	X		weakness	
Feeling unwell/performance decrement	33 (23%)	54 (38%)	15 (100%)	3 (20%)	Respiratory; systemic; CNS	X					
Fatigue/chronic fatigue/exhaustion	27 (19%)	65 (46%)	3 (20%)	6 (40%)	blood; kidneys	X	X	X	fatigue	exhaustion	
Chemical sensitivity	3 (2%)	13 (9%)		5 (33%)		X					
Vocal/nasal/ throat polyps/swelling			1 (7%)	1 (7%)		X					
IRRITATION											

TABLE 3. OVERVIEW SURVEY

SYMPTOM	Study A		Study B		CLP- Hazard classification (harmonized/notified) - oil, hydraulic, deicing fluid	Literature	Hazard Data-bases ^f		HYPOXIA	HYPERVENTILATION	
	n=142		15 incidents				Acute	Chronic			
	No of pilots reporting Symptoms		No of incidents/symptom								
	Acute	Chronic	Acute	Chronic			Acute	Chronic			
Eye, nose, throat & voice irritation/burning/redness/hoarseness	41 [29%]	14 [11%]	15 [100%]	3 [21%]	Eye irritation	X	X	X			dry mouth
SKIN					Skin irritant/ skin sensitization						
Skin reaction/blisters/rash (uncovered areas); Burning scalp/alopecia	7 [5%]	11 [8%]	4 [27%]	5 [34%]	Harmful-skin exposure	X	X	X	bluish/red skin		
IMMUNE SYSTEM					Genetic defects	other	other	other			
Recurrent respiratory tract infections/altered immune system	11 [8%]	12 [8%]		1 [7%]	Damage: fertility/unborn	X					
CANCERS		9 [6%]		1 [7%]	Carc 1B/2 - bladder; liver	X		X			

e X indicates symptom present.

f Hazardous Substances Data Bank, International Chemical Safety Card, US National Institute for Occupational Safety and Health.

The globally harmonized hazard classification system (i.e. CLP) for levels of substances present in oil and hydraulic and de-icing fluids lists a wide range of mandatory (harmonized) and non-mandatory (notified) hazard warnings. These include CNS, inhalation, neurotoxic and skin warnings; single and repeat exposure organ toxicity (systemic, CNS, respiratory and other); eye, skin and respiratory irritation; respiratory and skin sensitization; and genetic, reproductive and carcinogenic hazards. Key hazard databases (e.g. Hazardous Substances Data Bank, International Chemical Safety Card, US National Institute for Occupational Safety and Health) include a range of acute and chronic hazards associated with substances present in aircraft fluids, including cardiovascular, carcinogenic, GI, general, irritant, neurobehavioural, neurological, respiratory and skin effects. The available literature on exposure to aircraft fluids covers all categories identified. The adverse effects of hyperventilation and hypoxia cover some of the same categories.

DISCUSSION

Bleed air contamination has been recognized since the introduction of the bleed air system in the 1950s and remains a problem through to the present day (2, 7, 11–14). All current transport aircraft, except for the Boeing 787, use the bleed air system to provide cabin ventilation. Transient, low-level oil leakage over the engine oil seals into the aircraft air supply occurs during normal flight operations, with less frequent, higher level leakage under certain operational conditions (e.g. seal wear or seal failure) (4). The use of pressurized air from the engine compressor to both seal the oil-bearing chamber and supply cabin bleed air provides a mechanism for low-level oil leakage in routine engine operations (4, 15). While many experts have suggested that oil leakage is associated only with rare failure events, others now recognize that chronic exposure is caused by the so-called tiny amounts of oil vapours released by oil leaking continuously over the seals during engine power changes (4, 16). The manufacturer of aircraft described in study A acknowledged that all engines leak oil, that the amount of oil leaked by their engines was previously greater than the industry average, and that there was a general health and safety problem, but no in-flight safety issues (17).

Although there have been many attempts to determine the frequency of oil fume events from available reports, underreporting is widely recognized (8, 12). Thus, the population exposed to low-level oil fumes in flight is considered to comprise all crew and passengers. In 2015, this represented 3.5 billion passengers and around 0.5 million crew members.

The debate on cabin air contamination commonly focuses on ad hoc air-monitoring findings undertaken during normal flight operations. However, a number of smaller case studies have been undertaken over the last 6 decades. An early case study reported eye, nose and throat irritation, nausea, chest tightness, breathing difficulties, fatigue, light-headedness, dizziness, faintness, headache, vision problems and a metallic taste (1). A number of case studies describing cardiovascular, general, GI, irritant, neurobehavioural, neurological and respiratory effects of cabin air have also been reported (see Table 4.11 in (8)). Further case studies have focused on exposure to a mixture of volatile organic compounds and OPs (18, 19). The results presented here are consistent with the findings of these studies.

A syndrome consists of a group of signs and symptoms, some or all of which consistently occur together (although not all need be present), and can be recognized as a distinct entity. It has been suggested that aerotoxic syndrome, first described in 2000 (20), is not a medical entity. Additionally, the reported symptoms are suggested to be “so broad and non-specific and can have many causes that it is difficult to define or discern a precise illness or syndrome” (14). Physicians make a diagnosis on the merits of the case at hand and will then prescribe appropriate treatment. However, the information required for identifying a syndrome is not available at the level of the individual patient, but rather at the population level – it is epidemiological in nature. The symptoms associated with chronic low-dose exposure to OPs are acknowledged to be nonspecific and diffuse. For these reasons, clinicians who only treat one exposure case at a time may feel able to dismiss the concept of aerotoxic syndrome.

This overview study is the first to report extensive findings from two different cohorts. There were clear, consistent acute and chronic patterns of adverse effects, including CNS and peripheral nervous system

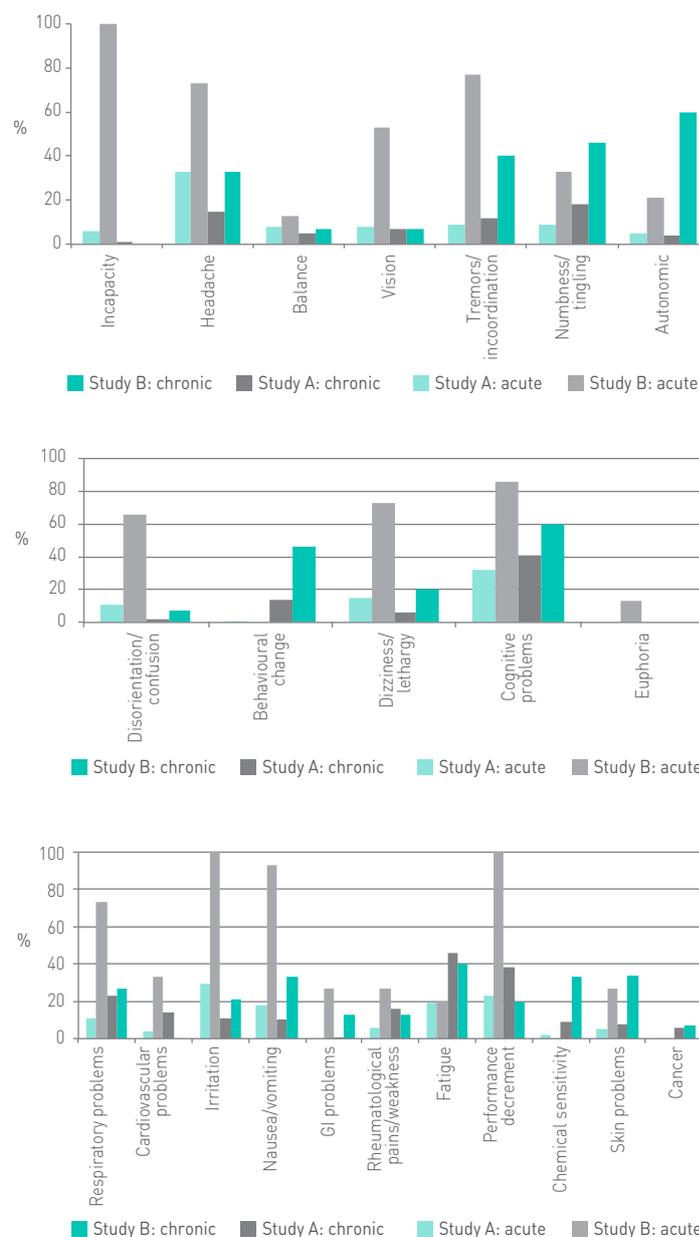
(PNS; motor, sensory and autonomic nervous systems); neurobehavioural (neurological and cognitive systems); gastrointestinal; respiratory; cardiovascular; general (rheumatological, performance decrement, fatigue, soft tissue damage); irritant, skin and sensitizing effects.

Study A found that aircrew had a high level of awareness of working in a contaminated air environment, along with a higher rate of repeated, low-level background fume events, while study B identified acute exposures occurring in addition to general chronic exposures. Therefore, the so-called acute-on-chronic effects of exposure to OPs and pyrolysed mixtures must be considered. As shown in Fig. 3, studies A and B identified different rates of symptoms; however, there is a clear pattern of primarily neurological and respiratory symptoms.

The medical findings and diagnoses, while significant and consistent with exposure to substances in aircraft fluids and to complex, thermally degraded mixtures, have not been well recognized within the aviation industry. Primary data has been lost for a number of reasons, including lack of a recognized medical protocol, lack of an aircraft air-monitoring system, a general reluctance to volunteer information on an issue that is not accepted by the airline industry, lack of education about aircraft contaminated air, difficulties associated with maintenance investigations for bleed air contamination, and reluctance by airlines to investigate such events. There is a clear disincentive to report health effects when a commercial pilot's licence and career depend on good health (8, 21).

The lack of an internationally accepted protocol for investigating aircraft fume events hampers our understanding of the consequences of such exposure. A useful protocol should include: checklists for sampling aircraft air and surfaces, along with adequate numbers of appropriate collection and storage containers; and specimen collection (blood, urine) using standard methods from crew and passengers within maximum time limits or at stated collection times. Adopting such protocols would enable the collection of standardized, consistent data which would, in turn, facilitate a better understanding of the medical consequences of fume exposure. Progress in this field is hampered by a general lack of medical training in toxicology.

FIG. 3. STUDIES A AND B: PREVALENCE OF CHRONIC AND ACUTE (A) NEUROLOGICAL, (B) NEUROBEHAVIOURAL AND (C) NON-NEUROLOGICAL SYMPTOMS



TCP has neurotoxic properties (22), but the widespread belief that only *ortho* isomers of TCP are dangerous is invalid. The 99.7% of non-*ortho* isomers of TCP and TAP can cause nerve demyelination and inhibit various enzymes, including those linked to cognition (23–25).

It is widely accepted that high concentrations of OP compounds poison enzyme systems and have direct toxicological influences on living cells. These properties were first exploited for the development of nerve gases and later for insecticides. Although OPs can bind to

many different enzymes, their best-known actions are on cholinesterases and neuropathy target esterase (NTE). The principal mode of action is to disturb the process of acetylcholine metabolism, a natural neurotransmitter substance found in the CNS and PNS. Neurotransmitters normally have a short half-life because they are rapidly destroyed by specific enzymes. This prevents their build-up; if further signal is required, then more neurotransmitter is secreted from neurons. When OPs poison acetylcholinesterase, the resulting increase in acetylcholine concentration overstimulates acetylcholine receptors, causing CNS and PNS symptoms. People exposed to a fume event have reductions in acetylcholinesterase and NTE activity (18). CNS symptoms include ataxia, drowsiness, headache, poor concentration and visual disturbances, with higher doses leading to coma. PNS symptoms include altered muscle tone, tremor and paraesthesiae (pins and needles).

However, OPs can have more subtle effects at lower doses, particularly with repeated exposures. Terry reviewed non-cholinergic mechanisms of OP toxicity, including covalent binding of OPs to tyrosine and lysine residues, which suggests that numerous proteins can be modified by OPs (26). In addition, OP concentrations of up to three orders of magnitude below those required for cholinesterase inhibition can (i) cause oxidative stress and neuroinflammation and (ii) affect known OP targets such as motor proteins, neuronal cytoskeleton proteins, axonal transport, neurotrophins and mitochondria.

Tri-*o*-cresyl phosphate has been shown to cause primary axonal degeneration and subsequent secondary demyelination (27). Thus, the symptomatology of OP exposure tends to be rather nonspecific. Indeed, it is relevant that multiple sclerosis, a demyelinating disease, can present as almost any combination of neurological symptoms – it can thus be described as protean. In a similar way, OP exposure damage tends not to cause a clear-cut set of localizing signs and symptoms that are instantly recognizable as a syndrome, but rather to a pattern of diffuse neurological symptoms. This is consistent with their mode of action and the resulting diagnosis of diffuse toxic encephalopathy.

The very-low-dose effects described by Terry (26) support the exposure pattern among aircrew described

in the present studies – chronic, continual, low-dose exposure with occasional acute-on-chronic, higher-dose episodes. This scenario could explain the apparent differential vulnerability between aircrew and passengers. Supporting evidence for this hypothesis was provided by an *in vitro* study in which pre-exposure of neuroblast cells to very-low-dose OPs made them much more susceptible to neurotoxic damage compared with non-pre-exposed cells upon further challenge by a higher dose of a variety of OPs (28).

Individual susceptibility to damage by OP exposure appears to be highly variable. Some people have constitutionally low levels of liver enzymes, such as paraoxonases, that detoxify OPs in the liver. It was demonstrated that farmers with lower paraoxonase levels are more likely to suffer from dippers flu as a result of exposure to OP sheep dips (29). This finding may help explain why not all aircrew appear to be equally affected by fume events. It also goes some way toward explaining the apparent differential susceptibility between aircrew and passengers.

Respiratory symptoms are likely to be secondary to direct irritation or damage to lung tissue. Substances that are not toxic individually may become highly toxic within a pyrolysed mixture (13). There is growing evidence that the response to low-level exposure to mixtures of toxic substances can differ from the response to acute, high-dose exposure to single toxins (30, 31). The predominance of respiratory symptoms (second only to neurological symptoms) in these studies should be considered direct evidence of the presence of appreciable levels of irritants in cabin air during fume events.

Some researchers suggest there is no causative agent or that there is a temporal association only between exposures and adverse effects (7, 9). However, the findings from the present study are consistent with previous reports which accept that the Bradford Hill causation criteria are met in eight out of nine categories (the exception was a dose–response relationship) (8). This study identified a cause–effect relationship for exposure and symptoms and diagnosis; thus, disease findings are linked to occupational and environmental exposure. Causation is also accepted elsewhere (32).

Numerous arguments have been used to deny the recognition of aerotoxic syndrome as a new occupational disease. Levels of contaminants are often reported to be below exposure standards. However, the use of such standards does not apply to the public, at altitude or to a complex pyrolysed mixture (33). Furthermore, industry accepted standards are designed to protect most (but not all) of exposed individuals. It is well recognized that some individuals will develop disease at environmental concentrations well below these standards. Furthermore, the effects are said to be inconsistent with tri-*o*-cresyl phosphate-associated, OP-induced delayed neuropathy, while ignoring all other indicators of toxicity; thus, *nocebo* is the suggested mechanism (7). The studies reported herein identify PNS neuropathy along with one case of OP-induced delayed neuropathy (characterized by Wallerian degeneration) associated with confirmed oil findings, among a range of other effects and diagnoses.

Hyperventilation and hypoxia were also suggested to be responsible for the observed symptoms (9), but this was based upon reports of selected symptoms only. Although hyperventilation may occur in stressful situations, to argue that fume-affected aircrew suffer from a hyperventilation syndrome simply because their symptoms resemble those seen in a hyperventilating person is to ignore the fact that overbreathing also occurs in individuals with cardiac, lung and neuromuscular disorders. Furthermore, if symptoms are, in fact, due to stress-related hyperventilation, this would call into question the industry's selection process for aircrew. Hypoxia will prompt hyperventilation, but if this is accepted as the cause of the symptoms, then it follows that the fume inhalation must have caused organic injury. Additionally, this rationale ignores the strong correlation between observed symptoms and the hazard classification process and databases.

CONCLUSIONS

Aircraft air supplies contaminated by pyrolysed engine oil and other aircraft fluids can reasonably be linked to acute and chronic symptoms, findings and diagnoses, thus establishing causation. Other potential causes of symptoms have been suggested. However, these fail to recognize that:

- the design mechanism allows chronic low-level exposure to a complex mixture during both normal flight and specific incident events with confirmed leakage;
- observed effects are consistent with those of recognized hazards;
- acute effects and operational limitations reduce flight safety;
- chronic effects are common; and
- passengers occupy the same environment as crew.

Over 3.5 billion passengers and 0.5 million aircrew were exposed to low levels of engine oils in 2015 (34–36). There is an obvious need for a clearly defined internationally recognized medical protocol, occupational syndrome and disease recognition, and health and environmental data collection.

Acknowledgments: The authors wish to thank the aircrew who gave their time to participate in this research.

Sources of funding: No funding was received for this research.

Conflicts of interest: Susan Michaelis undertakes limited consultancy work for the Global Cabin Air Quality Executive.

Disclaimer: The authors alone are responsible for the views expressed in this publication and they do not necessarily represent the decisions or policies of World Health Organization.

REFERENCES

- Loomis T, Krop S. Cabin air contamination in RB-57A aircraft. USA Chemical Corps Special Report Medical Laboratories MLSR No. 61. Maryland: Army Chemical Center; 1955.
- Reddall H. Elimination of engine bleed air contamination. SAE Technical Paper 550185. Warrendale: SAE International; 1955.
- Treon J, Cappel J, Cleveland F, Larson EE, Atchley RW, Denham RT. The toxicity of the products formed by the thermal decomposition of certain organic substances. *Am Ind Hyg Assoc Q.* 1955;16:187–95.
- Michaelis S. Implementation of the requirements for the provision of clean air in crew and passenger compartments using the aircraft bleed air system [MSc thesis]. Cranfield: Cranfield University; 2016 (<http://www.susanmichaelis.com/caq.html>, accessed 25 May 2017).
- Wolkoff P, Crump D, Harrison P. Pollutant exposures and health symptoms in aircrew and office workers: Is there a link? *Environ Int.* 2016;87:74–84.
- Harrison V, Mackenzie Ross S. An emerging concern: toxic fumes in airplane cabins. *Cortex.* 2015;74:297–302.
- COT position paper on cabin air. London: Committee of Toxicity; 2013 (<http://cot.food.gov.uk/sites/default/files/cot/cotpospapcabin.pdf>, accessed 27 December 2016).
- Michaelis S. Health and flight safety implications from exposure to contaminated air in aircraft [PhD thesis]. Sydney: University of New South Wales; 2010 (<http://handle.unsw.edu.au/1959.4/50342>, accessed 25 May 2017).
- Bagshaw M. Health effects of contaminants in aircraft cabin air. Summary report v2.7. <https://www.asma.org/asma/media/asma/Travel-Publications/Air-contamination-health-effects-report-v2-7-Apr2014.pdf>, accessed 27 December 2016).
- European Commission. Regulation (Ec) No 1272/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on classification, labelling and packaging of substances and mixtures. 2008, OJ L 353:1–1355 (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008R1272>, accessed 25 May 2017).
- AAIB Bulletin 5/2013. D-AIRX. EW/G2012/10/12. Aldershot: Air Accident Investigation Branch; 2013.
- ICAO CIR 344-AN/202. Guidelines on education, training and reporting related to fume events. Montreal: International Civil Aviation Organization; 2015.
- Chaturvedi A. Aerospace toxicology: an overview. DOT/FAA/AM-09/8. Oklahoma City: Civil Aerospace Medical Institute, Federal Aviation Administration; 2009.
- National Research Council, Washington; 2002. The airliner cabin environment and the health of passengers and crew.
- Michaelis S. Oil bearing seals and aircraft cabin air contamination. *Sealing Technology.* 2016(4):7–10.
- de Boer J, Antelo A, van der Veen I, Brandsma S, Lammertse N. Tricresyl phosphate and the aerotoxic syndrome of flight crew members – current gaps in knowledge. *Chemosphere.* 2015;119:S58–S61.
- BAe Systems. Oral evidence to the Australian Senate Inquiry. Air safety and cabin air quality in the BAe 146 aircraft. Canberra: Parliament of the Commonwealth of Australia; 1999.
- Heutelbeck A, Bornemann C, Lange M, Seeckts A, Müller MM. Acetylcholinesterase and neuropathy target esterase activities in 11 cases of symptomatic flight crew members after fume events. *J Toxicol Environ Health A.* 2016;79(22–23):1050–6.
- Heutelbeck A, Budnik L, Baur X. Health disorders after “fume events” of aircraft crew members: facts and fiction. In: Ramazzini Days, Carpi, Italy, 27–30 October 2016. Bologna: Collegium Ramazzini; 2016 (http://www.collegiumramazzini.org/download/2016/fri/RD-2016_PDF_Heutelbeck_Budnik-Baur_28102016.pdf, accessed 25 May 2017).
- Winder C, Balouet JC. Aerotoxic syndrome: adverse health effects following exposure to jet oil mist during commercial flights. Towards a safe and civil society. In: Eddington, I, editor. Proceedings. International Congress on Occupational Health Conference, Brisbane, Australia, 4–6 September 2000:196–9. 199, 2000.
- Dark S. Medically disqualified airline pilots. Report for the Civil Aeromedical Institute. DOT/FAA/AM-86/7; Washington dc: Office of Aviation Medicine, Federal Aviation Administration; 1986.
- Mackerer C, Barth M, Krueger, A. Comparison of neurotoxic effects and potential risks from oral administration or ingestion of TCP and jet engine oil containing TCP. *J Toxicol Environ Health A.* 1999;56:293–328.
- Aldridge WN. Tricresyl phosphates and cholinesterase. *Biochem J.* 1954;56:185–9.
- Baker P, Cole T, Cartwright M, Suzuki SM, Thummel KE, Lin YS et al. Identifying safer anti-wear triaryl phosphate additives for jet engine lubricants. *Chem Biol Interact.* 2012;203:257–64.
- Howard CV. Matters arising. *J Biol Phys Chem.* 2016;16:118–119.
- Terry AV Jr. Functional consequences of repeated organophosphate exposure: potential non-cholinergic mechanisms. *Pharmacol Ther.* 2012;134(3):355–65.
- Abou-Donia M, Jensen D, Lapadula D. Neurologic manifestations of tri-o-cresyl phosphate delayed neurotoxicity in cats. *Neurobehav Toxicol Teratol.* 1983;5:431–42.
- Axelrad JC., Howard CV, McLean WG. The effects of acute pesticide exposure on neuroblastoma

- cells chronically exposed to diazinon. *Toxicology*. 2003;185:67–78.
29. Cherry M, Mackness N, Durrington P, Povey A, Dippnall M, Smith T et al. Paraoxonase (PON1) polymorphisms in farmers attributing ill health to sheep dip. *Lancet*. 2002; 359:763–4.
 30. Carvalho R, Arukwe A, Ait-Aissa S, Bado-Nilles A, Balzamo S, Baun A et al. Mixtures of chemical pollutants at European legislation safety concentrations: how safe are they? *Toxicol Sci*. 2014;141(1):218–33.
 31. Interdepartmental Group on Health Risks from Chemicals. Chemical mixtures: a framework for assessing risks to human health. Cranfield: Institute of Environment and Health, Cranfield University; 2009.
 32. Ramsden J. Contaminated aircraft cabin air: aspects of causation and acceptable risk. *J Biol Phys Chem*. 2012;12(2):56–68.
 33. ACGIH TLVs and BEIs: threshold limit values for chemical substances and physical agents. Cincinnati: American Conference of Governmental Industrial Hygienists; 2015.
 34. Industry facts and statistics. Montreal: International Air Transport Association; 2017 (http://www.iata.org/pressroom/facts_figures/fact_sheets/Documents/fact-sheet-industry-facts.pdf, accessed 25 May 2017).
 35. International Federation of Air Line Pilots' Association (<http://www.ifalpa.org/>, accessed 25 May 2017).
 36. International Transport Workers' Federation (<http://www.itfglobal.org/en/global/>, accessed 25 May 2017).

Оригинальное исследование

АЭРОТОКСИЧЕСКИЙ СИНДРОМ - НОВОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ЗАБОЛЕВАНИЕ?

Susan Michaelis¹, Jonathan Burdon², C. Vyvyan Howard³

¹ Школа медицинских наук, Университет Стерлинга, Стерлинг, Соединенное Королевство

² Врач-консультант по вопросам дыхания, Восточный Мельбурн, Австралия

³ Центр молекулярных биологических наук, Университет Ольстера, Ольстер, Соединенное Королевство

Автор, отвечающий за переписку: Susan Michaelis (адрес электронной почты: susan@susanmichaelis.com)

АННОТАЦИЯ

Исходные данные: За последние 60 лет неоднократно высказывались опасения по поводу вредного воздействия загрязненного воздуха на членов экипажа. В салон самолета воздух поступает без предварительной фильтрации через компрессор двигателя. Вероятность того, что машинное масло может просачиваться сквозь масляные затворы в систему подачи воздуха, вызывает нескончаемые споры об опасности воздействия нейротоксичных веществ и термически разрушенных/пиролизированных смесей на здоровье людей. Цель исследования – тщательно изучить состояние здоровья членов экипажа в связи с подо-

зреваемыми случаями загрязнения воздуха в салоне самолета.

Методы: Проведены два исследования, в рамках которых дан обзор обстоятельств и симптомов, наблюдаемых у членов экипажа самолетов во время работы в условиях сжатого воздуха. Затем была использована таблица последствий для здоровья с целью классификации симптомов и обзора других источников данных, касающихся жидкостей, используемых при работе самолета, и других состояний.

Результаты: Подтверждено хроническое и острое воздействие большого числа термически разрушенных и нейротоксич-

ных веществ на здоровье членов экипажа. При анализе полученных медицинских данных выявлена четкая тенденция к развитию острых и хронических побочных эффектов, в том числе нейроповеденческих нарушений, а также негативное влияние на нервную и дыхательную системы.

Выводы: Установлена четкая причинно-следственная связь между выявленными симптомами, диагнозами и результатами анализа условий, в которых работают экипажи самолета. Доказана острая необходимость в разработке медицинского протокола расследования инцидентов и признания нового профессионального заболевания.

Ключевые слова: АЭРОТОКСИЧЕСКИЙ СИНДРОМ, ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА В САЛОНЕ САМОЛЕТА, ПАРЫ МАСЕЛ ДВИГАТЕЛЯ САМОЛЕТА, ТРИКРЕЗИЛФОСФАТ

ВВЕДЕНИЕ

В 1955 г. впервые на борту гражданского воздушного судна применили военную практику отбора воздуха от компрессорного отдела двигателя и подачи его без предварительной фильтрации в вентиляционную систему салона. Были получены сообщения о негативном воздействии на членов экипажа низких уровней концентрации синтетического моторного масла, просачивающегося через масляные затворы (1). Однозначно было признано, что воздух, отбираемый от компрессоров двигателя, загряз-

нен в результате внутренних утечек паров масла (2). Воздух, поступающий в газоздушный тракт двигателя, также может загрязняться веществами, входящими в состав гидравлических и противообледенительных жидкостей. В ходе исследований, проведенных на военных воздушных судах, выявлено, что при повышении температуры пиролиза нефтяные смазочные масла выделяют большое количество токсичных веществ (3).

В турбинных двигателях используются синтетические смазочные масла с эфирной основой (95%),

широким рядом триарилфосфатов (ТАФ), органофосфатных (ОФ) противоизносных присадок (около 3%), а также 1–2% аминоксидантов и запатентованных ингредиентов. В коммерческих смесях органофосфатные присадки обычно называются трикрезилфосфатом (ТКФ). При воздействии экстремальных температур эти вещества выделяют большое количество пиролизованных и углеводородных соединений. Гидравлические жидкости состоят главным образом из трибутил- и трифенилфосфатов (ТБФ и ТФФ), а противообледенительные жидкости – из этилена и пропилгликолей.

За последние 20 лет проводились многочисленные исследования качества воздуха в самолете во время нормальной работы двигателя. При этом основное внимание уделялось ТКФ, который обычно обнаруживается в 25–100% проб, взятых во время рейса (4). ТБФ был выявлен в пробах воздуха в 73% рейсов, а в анализах мочи членов экипажа в 100% случаев обнаруживались метаболиты ТБФ и ТФФ в низких концентрациях.

Несмотря на многочисленные доклады и примеры из практики, появившиеся в последние годы, большие споры ведутся относительно источника и компонентов загрязнения, токсичности, согласованности признаков и симптомов и наличия каузального механизма (5–7). При отсутствии международного протокола расследования инцидентов, связанных с ухудшением качества воздуха в самолете, и существующих противоречиях в оценке влияния загрязнения воздуха на здоровье членов экипажа и пассажиров получить согласованные данные затруднительно. Ситуация осложняется еще и тем, что вызывающие беспокойство токсичные вещества, имеющие тенденцию в обнаруженных концентрациях вызывать диффузные неврологические и другие нарушения, в настоящее время классифицируются как «неспецифические».

Цель данного исследования — тщательно изучить состояние членов экипажа в связи с подозреваемыми случаями загрязнения воздуха в самолетах, чтобы определить, указывают ли зарегистрированные симптомы и диагнозы на воздействие пиролизованного масла двигателей, двигательных жидкостей и других жидкостей, присутствующих в воздухе салона самолета, или же на воздействие других факторов.

МЕТОДЫ

Проведены два независимых исследования, в рамках которых были изучены обстоятельства и симптомы, наблюдаемые у членов экипажа самолета во время работы в условиях сжатого воздуха, определены уровни его загрязнения при отборе от компрессора двигателя. Затем для классификации симптомов и обзора данных из других источников в отношении всех жидкостей, которые используются при работе самолета, а также иных выбранных условий была использована таблица воздействий.

В рамках исследовательского проекта А для диссертации на соискание степени PhD (8) проводился опрос, посвященный состоянию здоровья пилотов самолетов модели BAe 146. Для этого опроса профсоюзам пилотов Соединенного Королевства было предложено предоставить список всех известных пилотов страны, обладающих сертификатами управления самолетами моделей BBAe 146/146 Avro RJ (BA 146). Всего в опросе согласились участвовать 274 (14%) пилотов-держателей сертификатов BAe 146 (7% из которых составили женщины). Опрос проводился в форме телефонных интервью или путем заполнения пилотами анкет, в которых они описывали испытанное ими воздействие загрязненного воздуха и последствия этого для их здоровья. В рамках опросов, проведенных в период с 2005 по 2009 г., Susan Michaelis занималась сбором демографических данных, летных биографий пилотов, отчетов о качестве воздуха в кабинах экипажа, о влиянии загрязнения воздуха на здоровье людей, а также других материалов. 142 пилота сообщили о конкретных симптомах и диагнозах, 30 – о негативных воздействиях загрязненного воздуха на здоровье, не предоставив никаких подробностей, тогда как 77 пилотов не сообщили о каких-либо негативных воздействиях, а 25 – не дали ни положительного, ни отрицательного ответа.

Исследовательский проект В включал анализ 15 примеров потенциальных инцидентов, касающихся качества воздуха в кабине. Инциденты были отобраны на основе документированного предположения об их соответствии острым случаям гипервентиляции и гипоксии (9), а также исходя из наличия обширных данных. Источниками этих данных являлись авиакомпании, члены экипажа, отчеты о техобслуживании; отчеты о расследовании инцидентов и доклады органов надзора; документы учета последствий для

здоровья и медицинская документация; средства массовой информации, профсоюзы и юридические отчеты. Инциденты имели место в Австралии, Германии, Соединенном Королевстве и США. Были сопоставлены обширные данные отчетов о полетах, об острых и длительных последствиях инцидентов для здоровья членов экипажа, о медицинских диагнозах и результатах технического обслуживания.

Составлена таблица с классификацией острых и хронических симптомов. Из исследования А были использованы данные о конкретных симптомах, появившихся у 142 пилотов, в то время как из исследования В – конкретные симптомы, зарегистрированные при каждом инциденте, а не сообщенные отдельными лицами. Компоненты, входящие в состав машинного масла, гидравлических и противообледенительных жидкостей, прошли оценку с учетом Постановления ЕК No. 1272/2008 о классификации, маркировке и упаковке веществ и смесей (CLP), классификаций опасных веществ (10) и баз данных опасных веществ. Также была проведена сравнительная оценка симптомов с информацией, представленной в опубликованной литературе в отношении качества воздуха в салоне самолета, гипервентиляции и гипоксии. В исследовании А изучались условия на рабочем месте и общее состояние здоровья группы пилотов, тогда как в исследовании В рассматривались 15 установленных случаев подозреваемого загрязнения воздуха и различные связанные с этим факторы здоровья и условия работы.

В число авторов данной статьи входят квалифицированные пульмонолог и патологоанатом (Jonathan Burdon и C. Vyvyan Howard соответственно); они обладают достаточным уровнем компетенции, для того чтобы провести анализ описанных в исследованиях последствий для здоровья и интерпретировать их. Susan Michaelis имеет опыт работы пилотом коммерческих авиалиний, а также степень PhD и MSc в области, которой посвящено данное исследование, и потому обладает редкой квалификацией, позволяющей ей проводить анализ полученных данных.

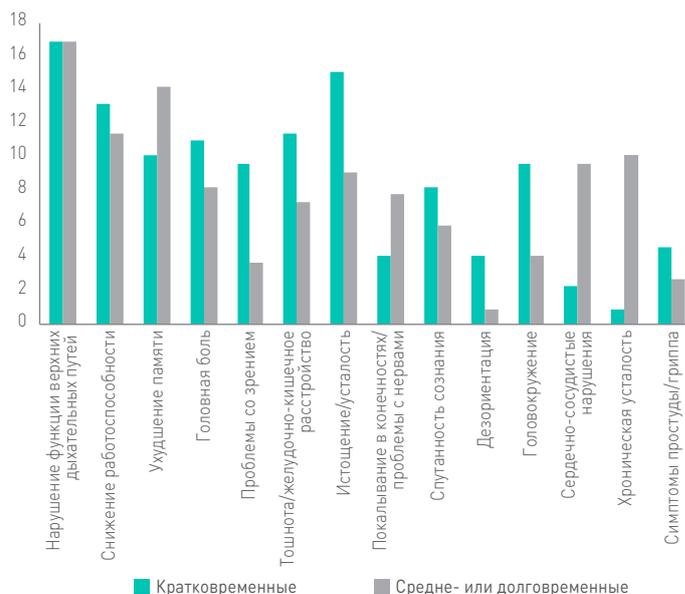
РЕЗУЛЬТАТЫ

ИССЛЕДОВАНИЕ А

В рамках исследования А 219 пилотов сообщили о наличии конкретных последствий для их здоровья ($n = 142$) или об их отсутствии ($n = 77$) (8). Типы

негативного воздействия (от острых до хронических симптомов) включали сердечно-сосудистые, желудочно-кишечные, общие (усталость, снижение работоспособности), вызывающие раздражения, нейрорповеденческие, неврологические и дыхательные нарушения.

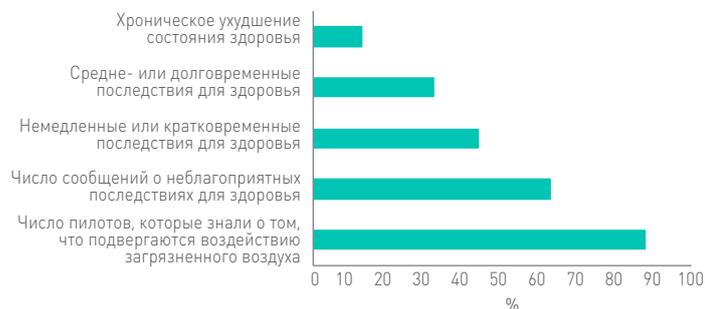
РИСУНОК 1. ИССЛЕДОВАНИЕ А: ОБСЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ЭКИПАЖЕЙ ВАе 146 – ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ (N = 219)



На рисунке 2 показано, что из 274 опрошенных пилотов 88% знали о том, что подвергаются воздействию загрязненного воздуха самолета. 34% респондентов сообщили о частых случаях воздействия, 18% – об одном–двух значительных случаях и 7% – о случаях присутствия видимого дыма или тумана, при этом большинство пилотов указали только на наличие паров. О неблагоприятных последствиях для здоровья, проявившихся сразу же или через какое-то время, сообщили 63% респондентов. При этом 44% пилотов указали на немедленные или кратковременные, а 32% – на средне- и долговременные последствия, соответствующие признакам подозреваемого воздействия загрязненного воздуха.

Из 274 пилотов 36 (13%) либо испытывали хроническое ухудшение здоровья, что привело к полной потере профессиональной пригодности, либо скончались. Неблагоприятные последствия и диагнозы были разбиты на следующие группы: 64% – нейрорповеденческие; 53% – неврологические и общие

РИСУНОК 2. ИССЛЕДОВАНИЕ В: НЕГАТИВНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ЭКИПАЖЕЙ ВАе 146 (N = 274)



факторы (например, чувствительность к химическим веществам; хроническая усталость, желудочно-кишечное расстройство); 39% – дыхательные; 25% – сердечно-сосудистые нарушения. В группе хронических больных 13% сообщали об ухудшении состояния здоровья, причем на уровне, который в 37–433% раз превышал показатели контрольной группы. 10% пилотов летали на самолетах ВАе 146 менее двух лет, 54% – от трех до 10 лет, 19% – более 11 лет.

ИССЛЕДОВАНИЕ В

Спектр охвата объектов для исследования В был определен на основании выборки из 15 инцидентов (см. табл. 1). 80% инцидентов были обусловлены воздействием только паров, 53% – произошли в кабине пилотов и 27% – как в кабине пилота, так и в пассажирском салоне. Все инциденты имели место во время нестационарной (т.е. переходной) фазы работы двигателя, при этом 80% – во время взлета или посадки самолета. Инциденты случились на воздушных судах семи типов; в отношении 87% инцидентов при техосмотре была обнаружена утечка масла. Для 66% сообщалось о наличии паров как до, так и после инцидента.

Симптомы, начиная от частичного снижения трудоспособности членов экипажа во время полета вплоть до ее полной потери, были зарегистрированы в 93% случаев, при этом большинство случаев (73%) касались пилотов, в 33% случаев полная или частичная потеря трудоспособности наступила у двух пилотов. В 53% случаев наблюдались долгосрочные неблагоприятные последствия у одного или нескольких членов экипажа. Почти в 75% случаев отмечались неблагоприятные последствия одновременно у не-

скольких членов экипажа, а в 47% случаев сообщалось о проявлении 10–23 разных симптомов. В 73% случаев после инцидента проводились медицинские исследования в различном объеме, при этом менее 50% из них дали ряд медицинских результатов/диагнозов, как показано в таблице 2. Две трети случаев указывали на долговременные медицинские результаты/диагнозы (см. табл. 2). К ним относятся сердечно-сосудистые, нейрорповеденческие, неврологические и дыхательные симптомы, хроническая усталость, чувствительность к многочисленным химическим агентам, аэротоксический синдром, онкологические заболевания, повреждение мягких тканей, а также вредное воздействие химикатов. Десять пилотов утратили способность совершать полеты либо умерли. Пассажиры сообщали о негативных последствиях в 27% случаев.

Это исследование свидетельствует о наличии связи с разнообразными факторами эксплуатации самолетов: большинство случаев сопровождалось выделением только невидимых паров; выявлен низкий уровень использования пилотами аварийных запасов кислорода и карт контрольных проверок; отчеты об этих случаях не составлялись надлежащим образом; проблемы с идентификацией неисправности приводили к последующим инцидентам; в большинстве случаев причиной инцидента была утечка масла.

ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ А И В

В таблице 3 представлен широкий спектр кластеров хронических и острых симптомов, распространенность которых в выбранных исследованиях варьируется от низкой до высокой. В ходе исследования А выявлены среднеострые негативные последствия для центральной нервной системы (ЦНС), общие расстройства, желудочно-кишечные и нейрорповеденческие нарушения. Зарегистрированы умеренные уровни хронических сердечно-сосудистых и общих (усталость, снижение работоспособности, ревматологических) симптомов, а также вызывающих раздражение кожи, нейрорповеденческих, неврологических и дыхательных симптомов. В результате исследования В выявлены высокие уровни распространения таких негативных последствий для здоровья, как острые желудочно-кишечные, нейрорповеденческие, неврологические, дыхательные,

ТАБЛИЦА 1. ИССЛЕДОВАНИЕ В ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

КАТЕГОРИЯ	КОЛОНКА А
ТИП ИНЦИДЕНТА	Испарения x 12; испарения и легкий туман или дым x 3
МЕСТО	Взлетная палуба x 8; салон x 3; палуба и салон x 4
ФАЗА ПОЛЕТА	Взлет и/или посадка x 12; после запуска x 1; разные фазы x 2
РАБОТА ДВИГАТЕЛЯ	Нестационарная стадия работы двигателя x 15
МОДЕЛИ САМОЛЕТОВ	ВАе 146 x 5; А 330 x 2; А 319 x 2; В757 x 3 В737 x 1; В767 x1; В747 x 1
ПРЕДЫДУЩИЕ СООБЩЕНИЯ О ПРИСУТСТВИИ ИСПАРЕНИЙ В САЛОНЕ САМОЛЕТА	10
ПОСЛЕДУЮЩИЕ СООБЩЕНИЯ О ПРИСУТСТВИИ ИСПАРЕНИЙ В САЛОНЕ САМОЛЕТА	10
РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕХОСМОТРА	Масло x 11; масло и гидравлическая жидкость x 2; неизвестно x 2 (1 возможно перенаполнение маслом)
УРОВЕНЬ ПОСЛЕДСТВИЙ (ВО ВРЕМЯ ИНЦИДЕНТА) - пилот(ы) и члены экипажа	Полная и/или частичная потеря трудоспособности x 7; Потеря и нарушение трудоспособности x 2; Нарушение трудоспособности x 5
УРОВЕНЬ ПОСЛЕДСТВИЙ (ВО ВРЕМЯ ИНЦИДЕНТА) - пилот(ы)	"Полная и/или частичная потеря трудоспособности x 7; Потеря и нарушение трудоспособности x 1; Нарушение трудоспособности - все x 4
Потеря трудоспособности двух пилотов - полная или частичная	5
ВРЕМЯ ПРОЯВЛЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ	Немедленно (во время полета) x 14; От кратко- до средневременного x 12; Долговременное x 8
ЧИСЛО ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ ОСТРЫХ СИМПТОМОВ/ ИНЦИДЕНТ	1 - 9 x 8; 10 - 23 x 7
ПОСТРАДАЛО МЕНЕЕ ОДНОГО ЧЛЕНА ЭКИПАЖА	11
ПОСТРАДАВШИЕ ПАССАЖИРЫ	4
МЕДИЦИНСКИЕ ТЕСТЫ, ПРОВЕДЕННЫЕ ВО ВРЕМЯ ИНЦИДЕНТА	11
РЕЗУЛЬТАТЫ МЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВО ВРЕМЯ ИНЦИДЕНТА	7
РЕЗУЛЬТАТЫ МЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ/ДИАГНОЗ ПОЗЖЕ	10
ЧИСЛО ПИЛОТОВ, УТРАТИВШИХ МЕДИЦИНСКИЙ СЕРТИФИКАТ/ ВОЗМОЖНОСТЬ СОВЕРШАТЬ ПОЛЕТЫ	9
ЧИСЛО ЧЛЕНОВ ЭКИПАЖА, УТРАТИВШИХ ДОЛГОВРЕМЕННУЮ ПРИГОДНОСТЬ К ПОЛЕТАМ	5
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАПАСОВ КИСЛОРОДА	Оба пилота x 6; 1 пилот x 3; все члены экипажа x 0
ЗАПОЗДАЛОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАПАСОВ КИСЛОРОДА ПИЛОТАМИ	5
КИСЛОРОД ПОМОГ	8
ПЕРЕЧЕНЬ ДЕЙСТВИЙ В АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ, СОВЕРШЕННЫХ ПИЛОТАМИ	2
НАДЛЕЖАЩЕЕ СОСТАВЛЕНИЕ ОТЧЕТОВ	9
ОТЧЕТ БЮРО ПО РАССЛЕДОВАНИЮ АВИАЦИОННЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ	10

ТАБЛИЦА 2. ИССЛЕДОВАНИЕ В НЕЗАВИСИМЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ/ДИАГНОЗЫ, ПОСТАВЛЕННЫЕ МЕДИЦИНСКИМ ПЕРСОНАЛОМ

КРАТКОВРЕМЕННЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ДИАГНОЗЫ	№	ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ДИАГНОЗЫ	№
Вдыхание углеводородных газов/химическая травма на борту самолета	1	Реактивный синдром дисфункции дыхательных путей/профессиональная астма	6
Неблагоприятное воздействие на голосовые связки и бронхиальные трубки	1	Посттравматическое стрессовое расстройство	3
Содержание трикрезилфосфата в крови	1	Нейротоксическая травма	1
Повышенные уровни ЛОС, никеля, деградация клеток	1	Токсическая энцефалопатия	1
Двойная грыжа в результате рвоты	1	Нейропатия голосовых связок/конечностей	3
Отравление нелекарственными препаратами	5	Множественная чувствительность к химическим агентам	1
SPO2 70%/80% (насыщенность крови периферических капилляров кислородом)	2	Синдром хронической усталости	1
Отклоняющиеся от нормы результаты анализов крови: СК; СК-МВ; LDH; GOT (AST); GPT (ALT)	2	Тревога/депрессия	1
Травматическое повреждение мышц и ишемическая болезнь в результате чрезмерных занятий спортом или загрязнения	2	Когнитивная дисфункция	4
Токсическое воздействие газов или дыма	2	Деменция	1
Возможное угнетение ацетилхолинэстеразы или другой нейроспецифичной эстеразы, вызванное органофосфатами	2	Синдром дефицита внимания с гиперактивностью	1
Токсикопия	2	Эпилепсия	1
Повышенный уровень содержания карбоксигемоглобина - воздействие сжигаемых органических веществ	4	Депрессия	1
Образование триортокрезилфосфата с БуХЭ	1	Аэротоксический синдром	1
Травма при вдыхании	1	Химическая травма на работе	1
Отравление органофосфатами/внутреннее кровотечение	1	Неврологическое химическое повреждение	1
		Травма ЦНС	1
		Глиобластома головного мозга (скончался)	1
		Валлеровская дегенерация	1
		Полипы голосовых связок	1
		Инфаркт + воздействие фосфатов (умер/ла)	1
		Лобнодолевое повреждение	1
		Повреждение зрительного нерва	1
		Мигрени	1

ТАБЛИЦА 3. ОБЗОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

СИМПТОМ	Исследование А		Исследование В		Система классификации опасности CLP	Литература	Базы данных опасных веществ ^f		ГИПОКСИЯ	ГИПЕРВЕНТИЛЯЦИЯ	
	N=142		15 инцидентов				Гармонизированный/сообщенный				
	Число пилотов, сообщивших о симптомах		Число инцидентов/симптомов					Двигательное масло, гидравлическая жидкость, противообледенительная жидкость			
	Острые	Хронические	Острые	Хронические			Острые	Хронические			
НЕВРОЛОГИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ						X	X	X			
ЦЕНТРЕЛЬНЫЕ (ЦНС)						X	X	X			
Нетрудоспособность/паралич; нарушение сознания/потеря сознания	9 (6%)	1 (1%)	15 (100%)			X	X	X	Потеря сознания	Полубезсознательное состояние	
Головная боль/давление в голове/проблемы с речью	47 (33%)	21 (15%)	11 (73%)	5 (33%)		X	X	X	Головная боль	Головная боль	
Нарушение равновесия/непредсказуемые движения/атаксия	11 (8%)	7 (5%)	2 (13%)	1 (7%)		X	X	X			
Проблемы со зрением/резко суженное поле зрения или двоение в глазах/расширенные зрачки/нистагм	11 (8%)	10 (7%)	8 (53%)	1 (7%)		X	X		Зрачки, не реагирующие на свет	Нарушение зрения	
ПЕРИФЕРИЙНЫЕ (ПНС) - моторные, сенсорные, автономные						X	X	X			
Дрожь/тремор; нарушение координации/двигательной реакции	12 (9%)	17 (12%)	11 (77%)	6 (40%)		X	X	X		Дрожание/конвульсии	
Парестезия/онемение конечностей/др.; периферическая нейропатия	12 (9%)	25 (18%)	5 (33%)	7 (46%)	Нейротоксичность, единичное и повторное воздействие	X	X	X		Покалывание/онемение	
Потливость/температурный контроль/бледность/гиперемия/вкус	7 (5%)	6 (4%)	3 (21%)	6 (60%)		X	X	X	Потливость	Пот горячий/холодный	
НЕЙРОПОВЕДЕНЧЕСКИЕ						X	X	X			
НЕВРОЛОГИЧЕСКИЕ						X	X				

ТАБЛИЦА 3. ОБЗОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

СИМПТОМ	Исследование А		Исследование В		Система классификации опасности CLP	Литература	Базы данных опасных веществ ^f		ГИПОКСИЯ	ГИПЕРВЕНТИЛЯЦИЯ	
	N=142		15 инцидентов				Гармонизированный/сообщенный				
	Число пилотов, сообщивших о симптомах		Число инцидентов/симптомов					Двигательное масло, гидравлическая жидкость, противообледенительная жидкость			
	Острые	Хронические	Острые	Хронические			Острые	Хронические			
Дискомфорт/интоксикация/ дезориентация/спутанность сознания	16 (11%)	3 (2%)	10 (66%)	1 (7%)		X	X			Спутанность сознания/ дезориентация	Спутанность сознания/ дезориентация
Поведенческие/личностные изменения; чувство нереальности/состояние тревоги/депрессия	1 (1%)	20 (14%)		7 (46%)		X	X	X		Чувство нереальности	Чувство нереальности/ состояние тревоги
Головокружение/предобморочное состояние/летаргия/сонливость	21 (15%)	9 (6%)	11 (73%)	3 (20%)	Сонливость/ головокружение: ЦНС	X	X	X		Предобморочное состояние	Предобморочное состояние
КОГНИТИВНЫЕ						X	X				Головокружение
Когнитивные проблемы: решение задач/концентрация внимания/память/ письмо	46 (32%)	58 (41%)	14 (93%)	9 (60%)		X	X	X		Когнитивные нарушения	Когнитивные нарушения
Хихиканье/эйфория			2 (13%)			X	X			Эйфория	
ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНЫЕ							X	X			
Тошнота/рвота/диарея	25 (18%)	14 (10%)	14 (93%)	5 (33%)	Вредные при глотании	X	X	X		Тошнота/ рвота	
Спазмы/вздутие живота/ боль/проблемы с пищеварением		2 (1%)	4 (27%)	2 (13%)	Вредные/смертельные при вдыхании	X	X	X			Вздутие живота/отрыжка
ДЫХАТЕЛЬНЫЕ					Раздражитель дыхательных путей						
Проблемы с дыханием/ кашель/дискомфорт в грудной клетке/свистящее дыхание/раздражение легких	15 (11%)	34 (23%)	11 (73%)	4 (27%)	Респираторная сенсibilизация Аллергия/астма/ проблемы с дыханием	X	X	X		Проблемы с дыханием	Проблемы с дыханием

ТАБЛИЦА 3. ОБЗОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

СИМПТОМ	Исследование А		Исследование В		Система классификации опасности CLP	Литература	Базы данных опасных веществ ^f		ГИПОКСИЯ	ГИПЕРВЕНТИЛЯЦИЯ	
	N=142		15 инцидентов				Гармонизированный/сообщенный				
	Число пилотов, сообщивших о симптомах		Число инцидентов/симптомов				Двигательное масло, гидравлическая жидкость, противообледенительная жидкость	Двигательное масло, гидравлическая жидкость, противообледенительная жидкость			
	Острые	Хронические	Острые	Хронические			Острые	Хронические			
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫЕ											Боль в груди
Боль в груди/стеснение/нарушения сердечного ритма/ощущение сердцебиения/артериальное давление	6 (4%)	21 (14%)	5 (33%)			X	X			Нарушение сердечного ритма/ощущение сердцебиения	Аритмия сердца/ощущение сердцебиения
ОБЩИЕ: ревматологические; разные; мягкие ткани					Токсичность целевого органа - единственное/повторное						
Боль в суставах/мышцах/ломота/конвульсии/слабость	8 (6%)	23 (16%)	4 (27%)	2 (13%)	Печень; мочевые пути; сердце;	X	X	X			Слабость
Недомогание/снижение работоспособности	33 (23%)	54 (38%)	15 (100%)	3 (20%)	Дыхательные; системные; ЦНС	X					
Усталость/хроническая усталость/истощение	27 (19%)	65 (46%)	3 (20%)	6 (40%)	Кровь; почки	X	X	X		Усталость	Истощение
Чувствительность к химическим агентам	3 (2%)	13 (9%)		5 (33%)		X					
Полипы/опухание голосовых связок/носа/горла			1 (7%)	1 (7%)		X					
РАЗДРАЖЕНИЕ											
Глаза/нос/горло и голос раздражение/жжение/покраснение/хриплость	41 (29%)	14 (11%)	15 (100%)	3 (21%)	Раздражение глаз	X	X	X			Сухость во рту
КОЖНЫЕ					Кожный раздражитель/чувствительность кожи						
Кожная реакция/волдыри/сыпь (на непокрытых частях тела); жжение кожи черепа/алопеция	7 (5%)	11 (8%)	4 (27%)	5 (34%)	Вредное воздействие на кожу	X	X	X		Синюшность кожи/покраснение кожи	

ТАБЛИЦА 3. ОБЗОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

СИМПТОМ	Исследование А		Исследование В		Система классификации опасности CLP	Литература	Базы данных опасных веществ ^f		ГИПОКСИЯ	ГИПЕРВЕНТИЛЯЦИЯ	
	N=142		15 инцидентов				Гармонизированный/сообщенный				
	Число пилотов, сообщивших о симптомах		Число инцидентов/симптомов					Двигательное масло, гидравлическая жидкость, противообледенительная жидкость			
	Острые	Хронические	Острые	Хронические			Острые	Хронические			
ИММУНАЯ СИСТЕМА					Генетические нарушения	Другие	Другие	Другие			
Рецидивирующие инфекции дыхательных путей/изменения в иммунной системе	11 (8%)	12 (8%)		1 (7%)	Нарушение детородной функции/неродившийся	X					
ОНКОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ		9 (6%)		1 (7%)	Рак 1В/2 - мочевого пузыря; печень	X		X			

e X указывает, что симптом присутствует
 f Международная карта химической безопасности (HSDB), Банк данных об опасных веществах (ICSC), Национальный институт профессиональной техники безопасности и охраны здоровья (NIOSH)

связанные со снижением работоспособности и раздражающим воздействием, синдромы.

В согласованной на глобальном уровне системе классификации опасности (CLP), связанной с уровнями содержания веществ в маслах, гидравлических и противообледенительных жидкостях, приводится список широкого ряда обязательных (гармонизированных) и необязательных (оповестительных) предупреждений об опасности. Сюда входят предупреждения о нейротоксических последствиях, воздействии на ЦНС, о вдыхании вредных веществ и их воздействии на кожу, об однократном и повторном воздействии токсичных веществ на органы и системы (респираторную, ЦНС и др.), о раздражении глаз, кожи и органов дыхания, чувствительности органов дыхания и кожи, а также о генетических, репродуктивных и канцерогенных опасностях. В основные базы данных опасных веществ [Банк данных об опасных веществах (ICSC), Международная карта химической безопасности (HSDB), Национальный институт профессиональной техники безопасности и охраны здоровья (NIOSH)] входит широкий ряд острых и хронических опасных воздействий на здоровье, связанных с веществами, которые содержатся в жидкостях, используемых при работе самолета. Они включают опасные воздействия на сердечно-сосудистую систему, желудочно-кишечный тракт, дыхательную систему, кожные покровы, воздействия общего характера, а также оказывающие раздражающий эффект, вызывающие нейрорповеденческие и неврологические нарушения. В имеющейся в наличии литературе, посвященной воздействию жидкостей, используемых при работе самолета, охвачены все выявленные категории. Неблагоприятные последствия для здоровья, связанные с гипервентиляцией и гипоксией, входят только в некоторые из этих категорий.

ОБСУЖДЕНИЕ

Загрязнение отбираемого воздуха в самолетах признавалось с момента ввода в эксплуатацию системы отбора воздуха от компрессора двигателя в 1950-х годах и остается проблемой и на сегодняшний день (2, 7, 11–14). На всех эксплуатируемых в настоящее время транспортных воздушных судах, кроме Боинга 787, используется система отбора воздуха для подачи в вентиляционную систему салона. Будут иметь ме-

сто незначительные утечки паров масла через масляные затворы двигателя в систему подачи воздуха на борт самолета во время переходных фаз полета при нормальной работе двигателя с более частыми случаями утечек повышенного их уровня при определенных рабочих условиях (например, при износе или поломке затворов) (4). Использование сжатого воздуха из компрессора двигателя для герметизации масляной камеры, а также в качестве источника воздуха, подаваемого в салон самолета, создает условия для незначительной утечки масла при обычной работе двигателя (4, 15). Хотя многие эксперты высказывают предположения, что утечка масла связана только с редкими случаями поломок, в настоящее время растет признание того, что при изменении мощности двигателя происходит постоянное воздействие масляных паров, испаряющихся через масляные затворы в «самом малом» количестве (4, 16). Производитель моделей самолетов, описанных в исследовании А, признал, что утечка масла происходит во всех двигателях; в производимых ими моделях показатели утечки выше, чем в среднем по отрасли; существуют общие проблемы со здоровьем, но это не относится к вопросам обеспечения безопасности полетов (17).

На основании имеющихся отчетов делались многочисленные попытки определить частоту распространения случаев присутствия масляных паров. Вместе с тем широко признается, что отчетность по таким инцидентам не является полной (8, 12). В связи с этим считается, что во время полета воздействию масляных паров низкого уровня интенсивности подвергаются все члены экипажа и пассажиры. В 2015 г. под их воздействие попали 3,5 млрд пассажиров и около 0,5 млн членов экипажа.

Споры о загрязнении воздуха в салоне обычно основываются на результатах нерегулярно проводимых наблюдений за качеством воздуха во время нормальной работы самолета. Однако в последние 60 лет было проведено несколько исследований конкретных случаев. В одном из ранних исследований указывалось на такие симптомы, как раздражение глаз, носа и горла, тошнота, сдавленность в груди, затрудненное дыхание, усталость, предобморочное состояние, головокружение, синкопе, головная боль, проблемы со зрением и привкус металла (1). Также сообщается о проведении многочисленных анализов практических случаев (см. табл. 4.11 в пункте библиографии (8)). Only (8),

связанных с воздухом в салоне самолета и указывающих на неврологические, нейроповеденческие, желудочно-кишечные, дыхательные, сердечно-сосудистые, раздражающие и общие негативные последствия для здоровья. Дальнейшие анализы примеров из практики концентрируются на воздействии комбинации летучих органических соединений (ЛОС) и органофосфатов (ОФ) (18, 19). Представленные здесь результаты соответствуют результатам ранее проведенных исследований.

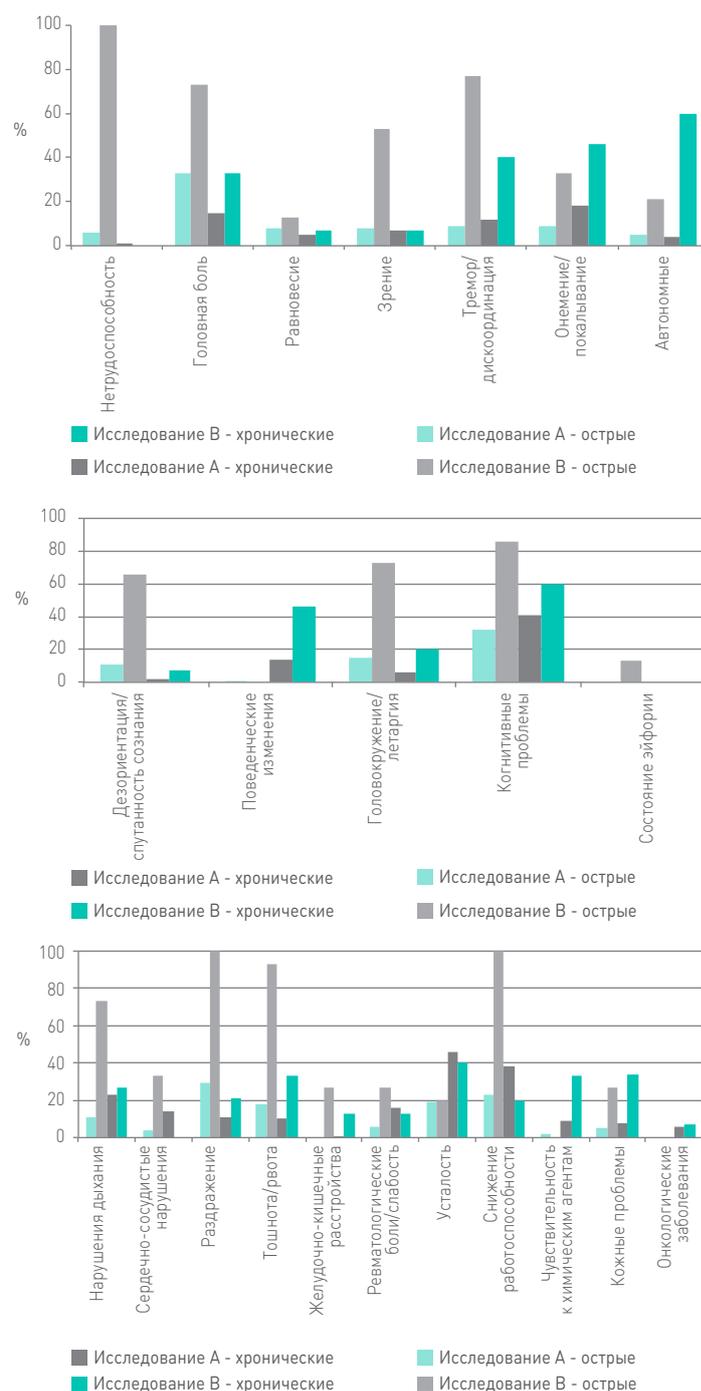
Синдром представляет собой ряд признаков и симптомов, часть которых или все из них систематически проявляются вместе (хотя необязательно должны присутствовать все из них) и могут быть отнесены к одной нозологической группе. Предложено считать, что аэротоксический синдром, впервые описанный в 2000 г. (20), не может быть признан нозологической единицей. Кроме того, симптомы, о которых сообщалось «настолько общие, неспецифичны, могут быть обусловлены множеством причин, что трудно определить или распознать конкретную болезнь или синдром» (14). Врачи ставят диагноз в зависимости от конкретного случая, которым они занимаются, и назначают соответствующее лечение. Однако информация, необходимая для определения синдрома, на уровне отдельного пациента отсутствует, но имеется на популяционном уровне, т.е. является по сути эпидемиологической. Признано, что симптомы, связанные с хроническим воздействием малых доз ОФ, считаются неспецифическими и нечеткими. Поэтому врачи, которые рассматривают только единичные случаи воздействия, могут отрицать концепцию аэротоксического синдрома.

Данное исследование является первым отчетом, в котором приведены подробные результаты обследования двух разных когорт. Наблюдалась четкая и последовательная картина острых и хронических негативных воздействий, в том числе на ЦНС и периферическую нервную систему (ПНС; моторные, сенсорные и автономные части нервной системы); нейроповеденческих воздействий (неврологические и когнитивные процессы); воздействия на желудочно-кишечный тракт, дыхательную и сердечно-сосудистую системы; воздействия общего характера (ревматологические, снижающие работоспособность, усталость и повреждение мягких тканей); воздействия, вызывающие раздражающий эффект,

влияющие на состояние кожных покровов и имеющие сенсibiliзирующие последствия.

В ходе исследования А подтвержден высокий уровень осведомленности членов экипажа о работе в условиях загрязненного воздуха с более частыми

РИСУНОК 3. ИССЛЕДОВАНИЯ А И В: РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ХРОНИЧЕСКИХ, ОСТРЫХ (А) НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ, (В) НЕВРОПОВЕДЕНЧЕСКИХ И (С) НЕ НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ СИМПТОМОВ



случаями обнаружения фоновых паров в низких дозах, в то время как в рамках исследования В выявлены острые воздействия в добавление к общим хроническим воздействиям. В связи с этим необходимо учитывать так называемые острые проявления на фоне имеющихся хронических последствий воздействия ОФ и пиролизированных смесей. Как показано на рисунке 3, в исследованиях А и В выявлена разная частота проявления симптомов, однако прослеживается четкая тенденция к развитию преимущественно неврологических и респираторных.

Несмотря на то что результаты медицинских исследований и диагнозы довольно существенны и свидетельствуют о негативном воздействии веществ, которые содержатся в жидкостях, используемых при работе двигателей воздушных судов, а также сложных термически деструктурированных смесей, важность этой проблемы в авиационной промышленности не признается. Первичные данные утеряны по ряду причин, в том числе из-за отсутствия утвержденных медицинских протоколов расследования и систем наблюдения за качеством воздуха в самолетах; широко распространенного нежелания добровольно предоставлять информацию по данному вопросу, поскольку авиационная промышленность не признает существование проблемы; недостаточного объема знаний о загрязненности воздуха самолетов и трудностей, связанных с эксплуатационными расследованиями случаев загрязнения воздуха, отбираемого от компрессора двигателя, а также из-за нежелания авиалиний проводить расследование таких случаев. Поскольку лицензия и карьера пилота зависят от состояния его здоровья, он, естественно, не заинтересован в том, чтобы сообщать о каких-либо негативных воздействиях на здоровье (8, 21).

Отсутствие признанных на международном уровне протоколов расследования случаев, связанных с воздействием загрязненного воздуха воздушных судов, является преградой на пути понимания негативных последствий подобного воздействия. Эти протоколы должны содержать перечень всех процедур, необходимых при заборе проб воздуха внутри самолета и для анализа его поверхностей, включающий необходимое число соответствующих контейнеров для сбора и хранения образцов; порядок отбора проб (крови, мочи) у членов экипажа и пассажиров с использованием стандартных методов с четким указанием максимальных временных

интервалов или времени сбора. Принятие таких протоколов приведет к сбору стандартизированных и последовательных данных, которые, в свою очередь, будут способствовать углублению понимания медицинских последствий воздействия испарений. Достижение прогресса в данном направлении затрудняется тем, что врачи, как правило, имеют недостаточную подготовку в области токсикологии.

Известно, что ТКФ обладает нейротоксическими свойствами (22), однако общее мнение, что только его ортоизомеры могут вызывать беспокойство, некорректно. Обнаружено, что 99,7% веществ, не являющихся ортоизомерами ТКФ и ТАФ, также могут приводить к демиелинизации и замедлению скорости выделения различных ферментов, в том числе связанных с когнитивными функциями (23–25).

Широко признано, что ОФ в больших дозах поражают ферментные системы и оказывают прямое токсикологическое воздействие на живые клетки. Эти свойства сначала использовались в нервно-паралитических газах, а затем в инсектицидах. Хотя ОФ могут связываться с различными ферментами, больше всего известно об их воздействии на холинэстеразы и целевые нейропатийные эстеразы (ЦНЭ). Основным механизмом их воздействия является нарушение метаболизма ацетилхолина, природного нейротрансмиттера, находящегося в ЦНС и ПНС. Обычно нейротрансмиттеры отличаются коротким периодом полувыведения из организма, поскольку быстро разрушаются особыми ферментами. Благодаря этому предотвращается их накопление, а если требуется передача последующего сигнала, выделяется дополнительное количество трансмиттера. При подавлении активности ацетилхолинэстеразы ОФ происходит накопление ацетилхолина и излишняя стимуляция ацетилхолиновых рецепторов, что приводит к возникновению центральных и периферических симптомов в нервной системе. У людей, которые подверглись воздействию испарений наблюдается снижение активности ацетилхолинэстеразы и ЦНЭ (18). В число симптомов воздействия на ЦНС входят головная боль, сонливость, плохая концентрация, атаксия, нарушение зрения, а при повышенных уровнях ОФ может даже наступить кома. К симптомам воздействия ОФ на ПНС относятся изменение мышечного тонуса, тремор, парестезия.

Но и при низких уровнях ОФ также оказывают негативное воздействие, особенно при повторных случаях. Terry проведен обзор нехолинергических механизмов токсических эффектов ОФ, в том числе ковалентного связывания с тирозиновым и лизиновым остатками, что дает основание полагать, что ОФ может модифицировать многочисленные белки (26). Кроме того, было установлено, что ОФ при их концентрациях вплоть до трех порядков ниже необходимых для субхолинэстеразного ингибирования могут (i) вызывать окислительный стресс и нейровоспаление и (ii) воздействовать на известные мишени ОФ, такие как движущие белки, нейронный цитоскелет, аксональный транспорт, нейротропин и митохондрии.

Установлено, что воздействие ТКФ приводит к первичной аксональной дегенерации и последующей вторичной демиелинизации (27). Поэтому симптоматология воздействия ОФ не является специфической. В самом деле, необходимо отметить, что такое демиелинизирующее заболевание, как рассеянный склероз, может проявляться в виде почти любого набора неврологических симптомов и поэтому может быть представлен как изменчивый. В связи с этим вред от воздействия ОФ обычно не проявляется в четко выраженном наборе локальных признаков и симптомов, немедленно узнаваемых в качестве синдрома, а скорее проявляется как картина нечетких неврологических симптомов. Это соответствует принципу действия ОФ и диагнозу диффузной токсической энцефалопатии.

Последствия воздействия предельно низких доз, изученные Terry (26), подтверждают полученный нами в данных исследованиях сценарий воздействия на членов экипажа, а именно: постоянные низкие дозы воздействия в случае их повышения иногда сопровождаются обострением хронических симптомов. Существование подобных сценариев может объяснить видимые различия в уровнях уязвимости членов экипажа и пассажиров. Такая гипотеза подтверждается фактическими данными, полученными в результате исследований *in vitro*: очень низкие дозы предварительного воздействия на нейробласты делают их гораздо более чувствительными к нейротоксическому повреждению при повышении дозы воздействия различных ОФ по сравнению с клетками, которые не были подвержены такому предварительному воздействию (28).

Индивидуальная чувствительность к вредному воздействию ОФ представляется крайне разнообразной. У некоторых людей в зависимости от их телосложения наблюдаются низкие уровни концентрации печеночных ферментов, таких как параоксоназы, которые нейтрализуют ОФ в печени. Установлено, что фермеры с низкими уровнями параоксоназ более подвержены гриппоподобному состоянию из-за использования для обработки шерсти овец растворов, содержащих ОФ (29). Этот факт может объяснить, почему утечка паров по-разному воздействует на членов экипажа. Также это в какой-то степени объясняет явные различия в уровнях чувствительности у членов экипажа и пассажиров.

Дыхательные симптомы, вероятно, являются вторичными на фоне прямого раздражения или повреждения легочных тканей. Отдельные вещества могут не приводить к токсическим эффектам, но в пиролизированных смесях они могут стать высокотоксичными (13). Растет объем информации, подтверждающей, что реакция на низкие уровни воздействия токсичных веществ может отличаться от реакции на острое воздействие их высоких доз (30, 31). Преобладание в данных исследованиях упоминания дыхательных симптомов (по численности они уступают только неврологическим симптомам) следует рассматривать как прямое доказательство наличия существенных концентраций раздражителей в воздухе салона самолета в случае утечки паров.

Многие исследователи предполагают, что причинная связь отсутствует или существует только временная ассоциация между воздействием и негативными последствиями (7, 9). Однако результаты данного исследования совпадают с ранее сделанными выводами о том, что 8 из 9 категорий удовлетворяют критериям причинности по Bradford Hill (за исключением взаимоотношений доза-ответ) (8). В данном исследовании определены причинно-следственные связи для воздействия, симптомов и диагноза, следовательно, обнаруженные заболевания связаны с воздействием факторов окружающей среды и на рабочем месте. Наличие причинных связей признается также и в других источниках (32).

Тем не менее многочисленные аргументы используются для того, чтобы аэротоксический синдром не был признан в качестве нового профессионального

заболевания. Часто говорят о том, что уровни концентрации загрязнителей ниже стандартного допустимого уровня. Однако такие стандарты не могут применяться в отношении широкого круга людей, лиц, находящихся в полете, или применительно к сложным пиролизированным смесям (33). Более того, стандарты, применяемые в авиационной промышленности, разработаны для защиты большинства (но не всех) людей, подвергающихся воздействию. Также широко признано, что у некоторых людей заболевания могут развиваться при воздействии вредных веществ в окружающей среде в концентрациях, гораздо ниже допустимого уровня. Считается, что последствия не согласуются со связанной с ТКФ замедленной нейропатией, индуцированной ОФ, при этом игнорируются все остальные показатели токсичности и выдвигаются предположения, что это действие эффекта ноцебо (7). В описываемых здесь исследованиях выявлены случаи нейропатии ПНС, а также один случай замедленной нейропатии, индуцированной ОФ (характеризуется Валлеровской дегенерацией), связанные с подтвержденным наличием масел, а также широкий круг других последствий для здоровья и диагнозов.

Также делались предположения о том, что гипервентиляция и гипоксия могут являться причиной наблюдаемых симптомов (9), однако такие предположения были сделаны на основании только отдельных выбранных симптомов. Гипервентиляция может быть вызвана стрессовыми ситуациями, но довод, что подвергающиеся воздействию паров члены команды страдают синдромом гипервентиляции только потому, что их симптомы совпадают с симптомами людей, страдающих гипервентиляцией, означает игнорирование того факта, что частое поверхностное дыхание может быть вызвано не только стрессовыми ситуациями, но и наличием легочных, сердечных и нейромышечных расстройств. Более того, если симптомы действительно связаны с вызванной стрессом гипервентиляцией, это поставит под сомнение правильность процесса отбора членов экипажа в авиационном секторе. Гипоксия вызовет гипервентиляцию, но если это объяснение принимается в качестве причины симптомов, из этого следует, что вдыхание паров должно было бы также привести к органическим повреждениям. Кроме того, это обоснование не учитывает наличия тесной взаимосвязи между наблюдавшимися симптомами и информацией, используемой при классификации опасных веществ и в соответствующих базах данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Загрязнение подаваемого в воздушные суда воздуха испарениями пиролизированных двигательных масел и других жидкостей, используемых при работе самолета, может быть с определенной долей уверенности связано с острыми и хроническими симптомами, результатами исследований и диагнозами, тем самым устанавливая между ними причинно-следственную связь. Сделаны предположения относительно других возможных причин симптомов, однако они не учитывают следующее:

- механизм проектирования допускает хроническое воздействие низкого уровня сложной смеси химических веществ при нормальных условиях полета, а также во время конкретных случаев подтвержденной утечки;
- наблюдаемые последствия соответствуют тем, которые отмечаются при воздействии признанных опасных факторов;
- острые последствия и операционные ограничения снижают уровень безопасности полета;
- широко распространены хронические последствия;
- пассажиры находятся в тех же условиях, что и члены экипажа.

Более 3,5 млрд пассажиров и 0,5 млн членов экипажа подверглись воздействию паров масла в низких дозах в 2015 г. (34–36). Существует очевидная необходимость в разработке четко определенного и признанного на международном уровне медицинского протокола, в признании существования профессионального синдрома и заболевания, а также в сборе данных по вопросам здоровья и окружающей среде.

Выражение признательности: авторы хотели бы поблагодарить членов экипажа, уделивших время для участия в данном исследовании.

Источники финансирования: для проведения данного исследования не было получено никаких финансовых средств.

Конфликт интересов: основной автор предоставляет в ограниченном объеме услуги по консультированию для Международной инспекции по качеству воздуха в салоне самолета.

Ограничение ответственности: авторы несут самостоятельную ответственность за мнения, выраженные в данной публикации, которые необязательно представляют решения или политику Всемирной организации здравоохранения.

БИБЛИОГРАФИЯ

- Loomis T, Krop S. Cabin air contamination in RB-57A aircraft. USA Chemical Corps Special Report Medical Laboratories MLSR No. 61. Maryland: Army Chemical Center; 1955.
- Reddall H. Elimination of engine bleed air contamination. SAE Technical Paper 550185. Warrendale: SAE International; 1955.
- Treon J, Cappel J, Cleveland F, Larson EE, Atchley RW, Denham RT. The toxicity of the products formed by the thermal decomposition of certain organic substances. *Am Ind Hyg Assoc Q.* 1955;16:187–95.
- Michaelis S. Implementation of the requirements for the provision of clean air in crew and passenger compartments using the aircraft bleed air system [MSc thesis]. Cranfield: Cranfield University; 2016 (<http://www.susanmichaelis.com/caq.html>, по состоянию на 25 мая 2017 г.).
- Wolkoff P, Crump D, Harrison P. Pollutant exposures and health symptoms in aircrew and office workers: Is there a link? *Environ Int.* 2016;87:74–84.
- Harrison V, Mackenzie Ross S. An emerging concern: toxic fumes in airplane cabins. *Cortex.* 2015;74:297–302.
- COT position paper on cabin air. London: Committee of Toxicity; 2013 (<http://cot.food.gov.uk/sites/default/files/cot/cotposparcabin.pdf>, по состоянию на 27 декабря 2016 г.).
- Michaelis S. Health and flight safety implications from exposure to contaminated air in aircraft [PhD thesis]. Sydney: University of New South Wales; 2010 (<http://handle.unsw.edu.au/1959.4/50342>, по состоянию на 25 мая 2017 г.).
- Bagshaw M. Health effects of contaminants in aircraft cabin air. Summary report v2.7. <https://www.asma.org/asma/media/asma/Travel-Publications/Air-contamination-health-effects-report-v2-7-Apr2014.pdf>, по состоянию на 27 декабря 2016 г.).
- European Commission. Regulation (Ec) No 1272/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on classification, labelling and packaging of substances and mixtures. 2008, OJ L 353:1–1355 (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008R1272>, по состоянию на 25 мая 2017 г.).
- AAIB Bulletin 5/2013. D-AIRX. EW/G2012/10/12. Aldershot: Air Accident Investigation Branch; 2013.
- ICAO CIR 344-AN/202. Guidelines on education, training and reporting related to fume events. Montreal: International Civil Aviation Organization; 2015.
- Chaturvedi A. Aerospace toxicology: an overview. DOT/FAA/AM-09/8. Oklahoma City: Civil Aerospace Medical Institute, Federal Aviation Administration; 2009.
- National Research Council, Washington; 2002. The airliner cabin environment and the health of passengers and crew.
- Michaelis S. Oil bearing seals and aircraft cabin air contamination. *Sealing Technology.* 2016(4):7–10.
- de Boer J, Antelo A, van der Veen I, Brandsma S, Lammertse N. Tricresyl phosphate and the aerotoxic syndrome of flight crew members – current gaps in knowledge. *Chemosphere.* 2015;119:S58–S61.
- BAe Systems. Oral evidence to the Australian Senate Inquiry. Air safety and cabin air quality in the BAe 146 aircraft. Canberra: Parliament of the Commonwealth of Australia; 1999.
- Heutelbeck A, Bornemann C, Lange M, Seeckts A, Müller MM. Acetylcholinesterase and neuropathy target esterase activities in 11 cases of symptomatic flight crew members after fume events. *J Toxicol Environ Health A.* 2016;79(22–23):1050–6.
- Heutelbeck A, Budnik L, Baur X. Health disorders after “fume events” of aircraft crew members: facts and fiction. In: Ramazzini Days, Carpi, Italy, 27–30 October 2016. Bologna: Collegium Ramazzini; 2016 (http://www.collegiumramazzini.org/download/2016/fri/RD-2016_PDF_Heutelbeck_Budnik-Baur_28102016.pdf, по состоянию на 25 мая 2017 г.).
- Winder C, Balouet JC. Aerotoxic syndrome: adverse health effects following exposure to jet oil mist during commercial flights. Towards a safe and civil society. In: Eddington, I, editor. Proceedings. International Congress on Occupational Health Conference, Brisbane, Australia, 4–6 September 2000:196–9. 199, 2000
- Dark S. Medically disqualified airline pilots. Report for the Civil Aeromedical Institute. DOT/FAA/AM-86/7; Washington dc: Office of Aviation Medicine, Federal Aviation Administration; 1986.
- Mackerer C, Barth M, Krueger, A. Comparison of neurotoxic effects and potential risks from oral administration or ingestion of TCP and jet engine oil containing TCP. *J Toxicol Environ Health A.* 1999;56:293–328.

23. Aldridge WN. Tricresyl phosphates and cholinesterase. *Biochem J.* 1954;56:185–9.
24. Baker P, Cole T, Cartwright M, Suzuki SM, Thummel KE, Lin YS et al. Identifying safer anti-wear triaryl phosphate additives for jet engine lubricants. *Chem Biol Interact.* 2012;203:257–64.
25. Howard CV. Matters arising. *J Biol Phys Chem.* 2016;16:118–119.
26. Terry AV Jr. Functional consequences of repeated organophosphate exposure: potential non-cholinergic mechanisms. *Pharmacol Ther.* 2012;134(3):355–65.
27. Abou-Donia M, Jensen D, Lapadula D. Neurologic manifestations of tri-o-cresyl phosphate delayed neurotoxicity in cats. *Neurobehav Toxicol Teratol.* 1983;5:431–42.
28. Axelrad JC., Howard CV, McLean WG. The effects of acute pesticide exposure on neuroblastoma cells chronically exposed to diazinon. *Toxicology.* 2003;185:67–78.
29. Cherry M, Mackness N, Durrington P, Povey A, Dippnall M, Smith T et al. Paraoxonase (PON1) polymorphisms in farmers attributing ill health to sheep dip. *Lancet.* 2002; 359:763–4.
30. Carvalho R, Arukwe A, Ait-Aissa S, Bado-Nilles A, Balzamo S, Baun A et al. Mixtures of chemical pollutants at European legislation safety concentrations: how safe are they? *Toxicol Sci.* 2014;141(1):218–33.
31. Interdepartmental Group on Health Risks from Chemicals. Chemical mixtures: a framework for assessing risks to human health. Cranfield: Institute of Environment and Health, Cranfield University; 2009.
32. Ramsden J. Contaminated aircraft cabin air: aspects of causation and acceptable risk. *J Biol Phys Chem.* 2012;12(2):56–68.
33. ACGIH TLVs and BEIs: threshold limit values for chemical substances and physical agents. Cincinnati: American Conference of Governmental Industrial Hygienists; 2015.
34. Industry facts and statistics. Montreal: International Air Transport Association; 2017 (http://www.iata.org/pressroom/facts_figures/fact_sheets/Documents/fact-sheet-industry-facts.pdf, по состоянию на 25 мая 2017 г.).
35. International Federation of Air Line Pilots' Association (<http://www.ifalpa.org/>, по состоянию на 25 мая 2017 г.).
36. International Transport Workers' Federation (<http://www.itfglobal.org/en/global/>, по состоянию на 25 мая 2017 г.).

Policy and practice

TRANSITIONING TO ENVIRONMENTALLY SUSTAINABLE HEALTH SYSTEMS: THE EXAMPLE OF THE NHS IN ENGLAND

Sonia Roschnik¹, Gerardo Sanchez Martinez², Marisol Yglesias-Gonzalez², David Pencheon¹, Imogen Tennison¹

¹ Sustainable Development Unit, Victoria House, Cambridge, United Kingdom

² WHO European Centre for Environment and Health, WHO Regional Office for Europe, Bonn, Germany

Corresponding authors: Sonia Roschnik (email: sonia.sustainablehealth@gmail.com) and David Pencheon (email: David.pencheon@nhs.net)

ABSTRACT

Background: Health systems frequently consume considerable amounts of energy and resources, and generate large and multifaceted waste and pollution streams. Improving their own environmental sustainability may provide benefits and opportunities. Sustainability initiatives and activities in health systems tend to be bottom-up, local and driven by providers, which results in challenges for transferability and scaling-up.

Local context: The National Health Service (NHS) is the publicly funded health-care system for the United Kingdom. It employs more than 1.7 million people and caters to a population of 65.1 million. Within its

decentralized structure, several providers and trusts had been engaging in a variety of small-scale, independent and locally-coordinated sustainability initiatives.

Approach: The Sustainable Development Unit (SDU) was established in 2008 to work with and support the NHS to be more environmentally and socially sustainable, thus contributing to its overall financial sustainability. Thereafter, strategies were developed; governance structures and mechanisms for sustainability were put in place; stakeholder engagement mechanisms were implemented; and supporting mechanisms were devised.

Relevant changes: Information and indicators relevant for sustainability have been routinely collected since the SDU's establishment, and net comparative gains have been observed in reduced use of resources, reduced carbon footprint, reduced waste generation and stakeholder engagement.

Lessons learnt: some aspects of the NHS experience may be transferable to other national health systems. These include the importance of manageable entry points and stakeholder engagement, how to promote change, the complementarity of top-down and bottom-up action, and the inextricability of the environmental, social and economic dimensions of sustainability in health systems.

Keywords: HEALTH SYSTEMS, SUSTAINABILITY, CHANGE MANAGEMENT, CLIMATE CHANGE, ENVIRONMENT

BACKGROUND

Health systems frequently constitute large and organizationally complex sectors requiring considerable amounts of energy and resources for their activities, and generating sizeable and multifaceted emissions of waste, air pollutants, greenhouse gases, toxic chemicals and other emissions (1–6). Albeit relatively limited, the existing evidence (5, 7) suggests that an improvement of environmental sustainability in health systems provides benefits and opportunities for health protection and promotion, financial savings and improved efficiency, as well as reduced environmental risks. A similar

realization in other sectors has led large private and public organizations to incorporate sustainability as a core component of their corporate strategy, usually through a so-called triple bottom line approach (8) that integrates all dimensions of sustainability. However, this shift is still at an early stage in most health systems. The potential benefits and opportunities attainable through better environmental sustainability are particularly relevant in national health systems, where ongoing trends of rising urbanization, population ageing and advances in medical technologies pose challenges to their financial viability and ultimately their continued capacity to deliver results (9).



Processes towards improved environmental performance are typically bottom-up, local and driven by providers, which results in few lessons being transferable to multiple and diverse settings. However, there are also examples of governance-driven, top-down change towards environmental sustainability in health systems, which are crucial to amplify effects and ensure consistency in larger settings. Within the WHO European Region, the National Health Service (NHS) in England constitutes one such example. This paper aims to explain the rationale and circumstances of the establishment of the NHS Sustainable Development Unit (SDU), to describe its history and achievements up to the present day, and to offer some generalizable principles which could be used by similar organizations elsewhere.

LOCAL CONTEXT

The NHS, launched in 1948, is the publicly funded health-care system for the United Kingdom. It employs more than 1.7 million people, putting it in the top five of the world's largest workforces. The NHS in England is the biggest part of the system, catering to a population of 54.3 million and employing around 1.4 million people (10). NHS providers of services are mostly set up as independent legal entities called trusts. These operate under a blueprint NHS contract determined and monitored locally by commissioning organizations in a purchaser–provider approach. A number of national organizations provide support functions such as data and information, regulation and monitoring, and training and education. Public health is provided nationally through an arms' length body of the Department of Health and locally through Local Authorities. For context, it is important to note that the NHS has been operating under significant financial constraints for several years. This has brought about intense financial scrutiny, particularly on any measures or considerations beyond “business as usual”.

Regarding environmental performance, a variety of context-specific climate change and sustainability activities have been underway in some parts of the NHS for several years. However, most of these efforts were locally determined, concentrated either in Estates and Facilities or Public Health Directorates and focused primarily on energy efficiency, waste recycling, travel plans and improved lifestyle approaches.

APPROACH

CONCEPTUALIZING CHANGE

The SDU was established in 2008 to help the NHS to be more environmentally and socially sustainable, thus contributing to its overall financial sustainability. The establishment of the SDU coincided with the adoption of the Climate Change Act, passed the same year. The Act had direct implications for most sectors, including health (11). This regulatory framework thus influenced the SDU from its inception. The unit was explicitly positioned within the NHS so that it could operate from within the sector and work closely with the Department of Health, regulators and NHS organizations to align objectives and drive wide-scale engagement.

Tackling the environmental impact of the NHS posed a significant challenge from inception, and the SDU was forced to look for suitable entry points and to prioritize efforts. The unit decided to initiate a carbon footprint assessment and in parallel, to carry out an NHS-wide consultation to ascertain the willingness for change in the system. The carbon footprint and consultation served to develop a Carbon Reduction Strategy, which proposed carbon interventions and evaluated their potential in terms of their net financial savings (12). As stakeholder involvement grew, the publication *Fit for the future: scenarios for low carbon health care 2030* (13) was designed to help stakeholders move beyond a short-term focus, proposing a societal approach dealing with climate change from a health care perspective over a 20-year horizon.

By 2010, it was clear that a broader framework was needed. The *Route map for sustainable health* (14) was developed by bringing together a wide range of stakeholders within and outside the NHS. This process helped identify the necessary general transformative processes to be initiated (see Table 1).

Since the publication of the *Route map*, much progress has been made towards environmental sustainability in the NHS. The collaborative efforts across the sector have largely focused on five main areas: 1) Governance; 2) Stakeholder engagement; 3) Carbon measurement and reduction; 4) Building resilience and adaptation to climate change; and 5) System support. These are summarized in greater detail in the next sections.

TABLE 1. ROUTE MAP TRANSFORMATION PATHWAYS

From	health care as an institution-led service	To	health and social care as part of the community
From	curative and fixing medical cure	To	early intervention and preventive care
From	sickness	To	health and well-being
From	professional	To	personal/community
From	isolated and segregated	To	integrated and in partnership
From	buildings and institutions	To	healing environments and community-focused models of care
From	decision-making based on today’s finances	To	an integrated value of the future which accounts for the impacts on and assets of society and nature
From	single indicators and out-of-date measurements	To	multiple score card information in real time
From	sustainability as an add-on	To	integration in culture, values, practice and training
From	waste and overuse of all resources	To	a balanced use of resources where waste becomes a resource
From	nobody’s business	To	everyone’s business

Source: Authors’ own elaboration based on (14).

GOVERNANCE STRUCTURE AND MECHANISMS

A number of structural mechanisms were put in place to support change across the whole sector including a national advisory group, regional leads and local networks. The advisory group is a national cross-system group with membership from every national organization. The group’s purpose is to consider, reflect on and support progress across all levels of the health and social care sector. Within those attributions, the national advisory group suggested that sustainable development management plans (SDMPs) based on key principles defined by the government (15), should be developed and approved at board level (see Box 1).

In many organizations, the first iteration of SDMPs focused primarily on carbon reduction in buildings, and expanded in scope over time. The regional leaders provide support in each region and are instrumental in developing local networks to support the implementation of the relevant strategies, and the local networks are in charge of the actual implementation.

STAKEHOLDER ENGAGEMENT

Participatory approaches and engagement were considered crucial by the SDU for the long-term success of this transformational intervention. A number of engagement mechanisms were used with

BOX 1. BASIC COMPONENTS AND TYPICAL SPECIFIC ELEMENTS OF AN SDMP

Basic components	Specific elements
<ul style="list-style-type: none"> · Board-level approval · Organizational vision and alignment · Action plan · Metrics and measurement of progress · Governance/ accountability mechanisms that are included in annual report 	<ul style="list-style-type: none"> · Carbon reduction hotspots · Commissioning and procurement processes · Leadership, engagement and development with staff and public · Considering communities (including adaptation and resilience) · Developing sustainable clinical and care models · Fostering innovation · Capturing social value

Source: Authors’ own elaboration based on (16).

various groups of stakeholders. The SDU aimed to engage with all major groupings both at leadership and operational level, in order to achieve wide coverage and to reach a varied representation of every part of the sector. These included:

- **Health workforce:** The SDU conducted an NHS-wide consultation in order to ascertain the level

of support for carbon reduction among staff and to harness input to the development of the carbon reduction strategy (17). The SDU co-developed guidelines for those groupings of the health workforce that have a key role to play, including general practitioners, nurses and finance managers (18).

- **Top management:** The SDU engaged with national leaders and Trust management teams through regular liaison with influential or key players in the system to ensure sustainable development remained a priority and to ensure integration into organizational cultures. A survey of chief executives was conducted in 2011 to ascertain the level of support from CEOs (19).
- **Local leaders:** The SDU worked with regional leaders who helped to take the strategy implementation forward in their own geographical areas. In addition, support was provided for local leaders and sustainability managers through regular open forums, consultations and regional debates and events.
- **General public:** Public opinion surveys have been conducted by a leading independent survey company every two years since 2011.
- **Industry:** Given the large contribution of pharmaceuticals and medical devices to the NHS footprint (see next section), a group of representatives from industry, national agencies in the United Kingdom and the SDU developed guidance for foot-printing products based on a greenhouse gas (GHG) protocol (20). This group became the coalition for sustainable pharmaceuticals and medical devices and continues to publish guidance to support the foot-printing of care pathways (21).

CARBON MEASUREMENT AND REDUCTION

The framework for the SDU estimation of the NHS carbon footprint was set by the United Kingdom's Climate Change Act in 2008 (11). It included the three GHG emission scopes (1: All direct GHG emissions; 2: Indirect GHG emissions from consumption of electricity, heat, etc. and 3: Other indirect emissions such as the extraction and production of purchased

materials and fuels, waste disposal, etc.). The SDU's first estimation of the NHS carbon footprint (22) revealed not only its scale (25% of the public sector footprint) but also that most of the emissions came from the products that the NHS bought, from their manufacture to their use and disposal. Pharmaceuticals and medical devices formed 22% of the total footprint. In response to requirements set by the Climate Change Act, the NHS set a level of ambition to reduce the footprint by 10% by 2015 based on a 2007 baseline (see below, "Relevant changes"). The health sector overall in England is now working towards a 34% carbon reduction by 2020.

BUILDING RESILIENCE AND ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE

The United Kingdom's Climate Change Act required national organizations, including the NHS, to adapt to climate change, to undertake risk assessments and to prepare for a changing climate. The health sector in England was asked by the government to submit a report on climate change preparedness and undertook a joint exercise to evaluate the sector's level of progress. The main recommendations were that the sector should consider actions to improve resilience, monitor the impact of climate change and assess the level of preparedness while developing a sound platform of information from nationally collated information and intelligence (23). The SDU also became responsible for national reporting on climate change adaptation of the health system for the Department for Environment, Food and Rural Affairs.

SYSTEM STRENGTHENING

The SDU and its stakeholders identified a number of areas where further system-wide support was needed in order to ensure the required levels of transformational change.

- **The development of metrics:** Progress was regularly reviewed and the results published, including carbon footprint changes, the uptake of relevant processes, and consultations (24). However, it was recognized that further indicators would be needed over time. A cross-health sector metric steering group was therefore set up to take stock of the available data and to build on existing reporting tools, methods and mechanisms.

- **Research and development:** The SDU took stock of existing research and knowledge gaps to encourage health research funders and researchers to focus on these areas.
- **Sector and industry guidelines:** In addition to the abovementioned guidance for foot-printing products, sustainable health research guidelines were developed. Ongoing developments include additional methodologies for carbon foot-printing key care pathway components.
- **Workforce support:** In addition to the engagement strategies already mentioned, SDU supports the workforce in their sustainability efforts by: 1) developing factsheets and tailored guides for different staff groups such as nurses, doctors and finance professionals; 2) engaging with royal colleges to establish college guidelines; 3) presenting national awards for sustainability; 4) organizing a yearly NHS sustainability day; and 5) creating bespoke communication messages and campaigns within organizations.

RELEVANT CHANGES

Several positive changes were observed, both in terms of processes and outcomes. They are summarized below. The information was collected from national datasets, national reporting tools, SDU processes and commissioned work. All data are available in the public domain (24–26).

USE OF RESOURCES

- By 2015 the NHS had reduced its overall footprint by 11% (25.7 MtCO₂e in 2007 to 22.8 MtCO₂e in 2015), while activity levels rose by 18%. Intensity reductions correspond to 22% per head of population and the carbon intensity per pound spent is now one fifth of the 1990 figure after adjusting for inflation.
- There was a 4.3% decrease in the building energy carbon footprint between 2007/2008 (3.3 MtCO₂e) and 2014/2015 (3.2 MtCO₂e) with a 1.4% reduction in the last year¹. Some 90 organizations (38% of the NHS) have reduced their building energy carbon

footprint by more than 10% since 2007/2008. The reduction in energy use has helped to save £23 million in 2014/2015.

- There was a 4.2% reduction in water consumption between 2007/2008 (36 m³) and 2014/2015 (35 m³)².
- Waste not recycled decreased by one third between 2007/2008 (0.3 million tonnes) and 2014/2015 (0.2 million tonnes) with 40% of waste recycled or in preparation for reuse.

SOCIETY – ENGAGEMENT

- Three public opinion surveys, conducted by an independent survey company in 2011, 2013 and 2015, revealed high and growing public support for a more sustainable NHS (89% in 2013, 92% in 2011 and 2015), a growing opinion that this should be a top priority (19% in 2011 and 2013 and 25% in 2015) and that the health system should act in a more sustainable way even if there is a cost involved (33% in 2011, 36% in 2013 and 43% in 2015) (27).
- Health sector staff consultations were held in 2008 and 2013 in order to develop the five-year strategies. Stakeholder workshops were held in 2010 to develop the *Route map* and thereafter twice yearly events were held to optimize implementation.
- A survey of all NHS CEOs conducted by another polling company in 2011 highlighted that 90% of those that responded felt this was an important part of their business.
- A global consultation across health sectors and industry in 2011 was held as part of the publication of carbon foot-printing guidance for pharmaceutical products and medical devices.
- NHS Sustainability Day has been held for six years, with growing participation (600 organizations in 2016) and more recently a wider emphasis across the sector, going beyond the NHS.

¹ Data presented to two significant figures.

² Data presented to two significant figures.

GOVERNANCE AND ACCOUNTABILITY

- The SDU was established, along with a national cross-system group and regional lead structure to support sustainability managers working within organizations.
- Five NHS-wide carbon footprints were published across the sector (based on data in 2004, 2007, 2010, 2012 and 2015).
- Two carbon footprints for the health and social care sector were published (based on data from 2012 and 2015).
- Maps of progress across regions were published every year from 2010 onwards (24), focused on SDMPs developed in organizations, annual reporting on sustainability/carbon and regional carbon reduction maps for energy, waste and water.
- As of May 2015, 70% of NHS providers in England and 30% of clinical commissioning groups (CCG) (52% overall), had a current SDMP approved by their governing body or board.
- As of May 2015, 42% of NHS providers had a board-approved adaptation plan.
- Some 43% of NHS providers are on track for a 34% carbon reduction by 2020 (or equivalent 28% reduction on a 2013 baseline).
- One third of the 2014/2015 Annual Reports for CCGs and NHS providers included sustainability reporting while 68 organizations (15%) excelled in clearly communicating the meaning of sustainability, policy, information and performance analyses, according to a set of predefined criteria.

TRANSFERABLE LESSONS

The sustainability journey across the health sector in England may, with the warranted caution, provide useful lessons to other health systems in their efforts towards greater environmental sustainability. A few are succinctly summarized below.

TOP-DOWN CHANGE THAT NURTURES BOTTOM-UP ACTIVITIES

The NHS experience suggests that the rate of change needed to achieve the environmental sustainability of large health systems can only be reached through governance-driven policy issued at the highest level of management. The top-down approach in the NHS made the process faster and arguably more effective. However, there is great value in provider-driven activities in terms of local relevance, learning potential and engagement. Moreover, local autonomy of the NHS organizations meant that they could engage in environmental sustainability and take advantage of the opportunities it brings about in ways that fitted their own needs.

A DEDICATED UNIT AS A SEED OF CHANGE

The establishment of the SDU within and for the NHS was important to make sure that this agenda had a voice and was tackled systematically across the sector. It helped keep the issue on the agenda through transitional periods or changing government priorities. It also provided coherence to the overall cross-sector approach, ensured a sound basis for data measurement and was able to foster engagement across the sector. In addition, the cost of such a unit can easily be recouped through savings across the sector.

A MANAGEABLE TOPIC AS ENTRY POINT TO BROADER CHANGES

The SDU was criticized for initially focusing on carbon emissions at the expense of other aspects. However, this choice proved useful due to the measurability of carbon, which made it a manageable entry point to sustainability. Using carbon as a starting point meant that discussions about environmental sustainability could get started with concrete data. It also enabled a focused approach in areas where the footprint was largest such as procurement and pharmaceuticals. The availability of data and evidence about ways of reducing carbon also helped to catalyse discussions about a broader sustainability perspective, thus facilitating a transition to a wider framing within sustainable development.

FOSTERING ENGAGEMENT

Engagement was and still is crucial, providing both a view of the support for change across the sector and a mandate to respond by developing strategies and

tools to support progress. Listening intently to those operating within the system helps determine the context, barriers, successes and ideas for innovation and change. This feedback is critical in helping to address key perceived challenges and also in ensuring these opportunities can be realized. For instance, the surveys and workshops greatly strengthened the SDU's mandate, and helped to target its work and communication.

THINKING SMALL AND BIG

With the sustainability of the NHS and the sector itself in question, it is worthwhile exploring a broad diversity of options to find the models that will enable the NHS to continue to deliver results. While environmental sustainability can provide relatively easy gains in terms of efficiency and cost savings, it is just a fraction of a greater debate. Ultimately, the NHS (and any health-care system) may need to consider a fundamental shift in the way it delivers care and reconsider the ultimate purpose of health care, including the role of well-tested and cost-effective health promotion and prevention interventions.

Acknowledgements: We gratefully acknowledge the insights and support from the staff at the SDU, including James McKenzie. Special thanks to James Creswick (WHO) for the editing tips. We are also grateful to the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety for their support of the activities of the WHO Regional Office for Europe concerning the environmental sustainability of health systems.

Sources of funding: None declared.

Conflicts of interest: None declared.

Disclaimers: The WHO Regional Office for Europe: The authors alone are responsible for the views expressed in this publication and they do not necessarily represent the decisions or policies of the World Health Organization. NHS: This article was prepared by the authors in their personal capacities. The opinions expressed in this article are the authors' own and do not necessarily reflect the views of NHS England.

REFERENCES

1. Hossain MS, Santhanam A, Nik Norulaini NA, Omar AK. Clinical solid waste management practices and its impact on human health and environment – A review. *Waste Manag.* 2011; 31(4):754–766.
2. Eckelman MJ, Sherman J. Environmental impacts of the U.S. health care system and effects on public health. *PLoS One.* 2016; 11(6):1–14.
3. Caniato M, Tudor T, Vaccari M. International governance structures for health-care waste management: A systematic review of scientific literature. *J Environ Manage.* 2015; 153:93–107.
4. Orias F, Perrodin Y. Characterisation of the ecotoxicity of hospital effluents: a review. *Sci Total Environ.* 2013; 454–455:250–276.
5. Coote A, editor. *Claiming the health dividend: unlocking the benefits of NHS spending.* London: The King's Fund; 2002.
6. Singh S, Prakash V. Toxic environmental releases from medical waste incineration: a review. *Environ Monit Assess.* 2007; 132(1–3):67–81.
7. *Towards environmentally sustainable health systems in Europe: a review of the evidence.* Copenhagen: World Health Organization; 2016.
8. Elkington J. *Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business.* Oxford: Capstone Publishing Ltd; 1999.
9. Duran A, Kutzin J, Martin-Moreno JM, Travis P. Understanding health systems: scope, functions and objectives. In: *Health Systems, Health, Wealth and Societal Well-being. Assessing the case for investing in health systems.* Maidenhead: Open University Press; 2012:19–36.
10. NHS Choices. The NHS in England [website]. NHS England; 2016 (<http://www.nhs.uk/NHSEngland/thenhs/about/Pages/overview.aspx>, accessed 6 November 2016).
11. Climate Change Act 2008. Her Majesty's Stationery Office; 2008 (http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2008/27/pdfs/ukpga_20080027_en.pdf).
12. Update NHS carbon reduction strategy. Cambridge: Sustainable Development Unit; 2009 (<http://www.sduhealth.org.uk/policy-strategy/engagement-resources/nhs-carbon-reduction-strategy-2009.aspx>).
13. Fit for the Future: Scenarios for low-carbon healthcare 2030. Cambridge: Sustainable Development Unit; 2009 (<http://www.sduhealth.org.uk/policy-strategy/what-is-sustainable-health.aspx>).
14. Route Map for Sustainable Health [website]. Cambridge: Sustainable Development Unit; 2011 (<http://www.sduhealth.org.uk/policy-strategy/route-map.aspx>).

15. Securing the future: delivering UK sustainable development strategy. The UK Government Sustainable Development Strategy. Norwich: The Stationery Office; 2005 (https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69412/pb10589-securing-the-future-050307.pdf).
16. Sustainable Development Management Plan (SDMP) Guidance for Health and Social Care Organisations. Cambridge: Sustainable Development Unit; 2016 (<http://www.sduhealth.org.uk/delivery/plan.aspx>).
17. Saving Carbon, Improving Health: NHS Carbon Reduction Strategy for England. Cambridge: Sustainable Development Unit; 2009 (<http://www.sduhealth.org.uk/policy-strategy/engagement-resources/nhs-carbon-reduction-strategy-2009.aspx>).
18. 5 to survive (series of briefings). Cambridge: Sustainable Development Unit; 2010–11. (<http://www.sduhealth.org.uk/resources/practical-guides-and-briefings/5-to-survive.aspx>).
19. Sustainability in the NHS: Health Check 2012. Cambridge: Sustainable Development Unit; 2012.
20. Coalition for Sustainable Pharmaceuticals and Medical Devices (CSPMD). Pharmaceutical and Medical Device Carbon Footprint Guidance [website]. Cambridge: Sustainable Development Unit; 2017. (<http://www.sduhealth.org.uk/areas-of-focus/carbon-hotspots/pharmaceuticals/cspm/carbon-footprint-guidance.aspx>).
21. Coalition for Sustainable Pharmaceuticals and Medical Devices (CSPMD). Care Pathways: Guidance on Appraising Sustainability. Cambridge: Sustainable Development Unit; 2015 (<http://www.sduhealth.org.uk/areas-of-focus/carbon-hotspots/pharmaceuticals/cspm/sustainable-care-pathways-guidance.aspx>).
22. NHS England carbon emissions carbon footprinting report September 2008. Cambridge: Sustainable Development Unit; 2008.
23. Health and Care System Adaptation Report 2015 [website]. Cambridge: Sustainable Development Unit; 2015 (<http://www.sduhealth.org.uk/areas-of-focus/community-resilience/adaptation-report.aspx>, accessed 6 November 2016).
24. Reporting [website]. Cambridge: Sustainable Development Unit; 2017. (<http://www.sduhealth.org.uk/policy-strategy/reporting.aspx>, accessed 16 March 2017).
25. Sustainable development in the health and care system, Health Check 2016. Cambridge: Sustainable Development Unit; 2016 (<http://www.sduhealth.org.uk/policy-strategy/reporting/sustainable-development-in-health-and-care-report-2016.aspx>).
26. Carbon Footprint update for NHS in England 2015. Cambridge: Sustainable Development Unit; 2016.
27. Ipsos MORI research – the public’s view [website]. Cambridge: Sustainable Development Unit; 2016 (<http://www.sduhealth.org.uk/policy-strategy/reporting/ipsos-mori.aspx>, accessed 6 November 2016).

Политика и практика

ПЕРЕХОД К ЭКОЛОГИЧЕСКИ УСТОЙЧИВЫМ СИСТЕМАМ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ: ПРИМЕР НАЦИОНАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ АНГЛИИ

Sonia Roschnik¹, Gerardo Sanchez Martinez², Marisol Yglesias-Gonzalez², David Pencheon¹, Imogen Tennison¹

¹ Отдел устойчивого развития, Victoria House, Кембридж, Соединенное Королевство

² Европейский центр ВОЗ по окружающей среде и охране здоровья, Европейское региональное бюро ВОЗ, Бонн, Германия

Авторы, отвечающие за переписку: Sonia Roschnik (адрес электронной почты: sonia.sustainablehealth@gmail.com) и David Pencheon (адрес электронной почты: David.pencheon@nhs.net)

АННОТАЦИЯ

Исходные данные: Системы здравоохранения зачастую расходуют значительное количество энергии и ресурсов, производя крупные, многокомпонентные потоки отходов и загрязняющих веществ. Повышение собственной экологической устойчивости несет в себе ряд преимуществ и возможностей. Проекты и мероприятия по повышению устойчивости систем здравоохранения обычно характеризуются инициативой снизу, местной спецификой и действиями на уровне поставщиков услуг, что ограничивает возможности для передачи и распространения эффективных наработок.

Местный контекст: Национальная служба здравоохранения (НСЗ) – финансируемая государством система здравоохранения Соединенного Королевства. В ней занято более 1,7 млн специалистов; услугами системы охвачены 65,1 млн человек. В рамках ее децентрализованной структуры силами

поставщиков услуг и трастов проводятся маломасштабные независимые инициативы по обеспечению устойчивости, координируемые на местном уровне.

Подход: Отдел устойчивого развития (ОУР) Национальной службы здравоохранения создан в 2008 г. для проведения совместной работы и оказания поддержки НСЗ в сфере повышения экологической и социальной устойчивости, тем самым способствуя общей финансовой устойчивости системы. С тех пор были разработаны стратегии; созданы структуры и механизмы управления процессами повышения устойчивости; внедрены методы привлечения заинтересованных сторон; развиты системы поддержки.

Достигнутые изменения: С момента создания ОУР проводится плановый сбор информации и показателей в области обеспечения устойчивости НСЗ. Наблюдается

снижение таких показателей, как ресурсопотребление, выбросы углеродного следа, объем произведенных отходов. Достигнуто привлечение всех заинтересованных сторон к работе по повышению экологической и социальной устойчивости НСЗ Соединенного Королевства.

Извлеченные уроки: Некоторые компоненты опыта НСЗ могут быть перенесены в контекст других национальных систем здравоохранения в Европейском регионе ВОЗ и за его пределами. Они указывают, в частности, на важность выработки измеримых и осуществимых начальных мер, привлечения заинтересованных сторон и выбора методов стимулирования преобразований, сочетания восходящих и нисходящих стратегий, а также неразрывной связи между экологическими, социальными и экономическими аспектами устойчивого развития систем здравоохранения.

Ключевые слова: СИСТЕМЫ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ; УСТОЙЧИВОСТЬ; УПРАВЛЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯМИ; ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА; ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Системы здравоохранения зачастую представляют собой крупный, сложный в организационном плане сектор, требующий для своей работы значительного количества энергии и ресурсов и производящий крупные, многокомпонентные потоки отходов, загрязнителей воздуха, парниковых газов, токсичных химикатов и других веществ (1–6). Несмотря на ограниченное количество данных по проблеме, проведенные исследования (5, 7) позволяют предположить, что повышение экологической устойчивости систем здравоохранения дает дополнительные преимущества и возможности для охраны и укрепления здоровья, экономии финансовых средств и увеличения отдачи от осуществляемой деятельности, а также для снижения экологических рисков.

Осознание этой проблемы в других секторах позволило крупным частным и государственным организациям включить меры по обеспечению устойчивости в свои корпоративные стратегии, обычно в рамках так называемой концепции тройного результата (8), объединяющей все аспекты устойчивого развития. Однако в большинстве стран разработка соответствующих мер для систем здравоохранения находится лишь на начальном этапе. Потенциальные преимущества и возможности, которые могут быть достигнуты путем повышения экологической устойчивости, особенно актуальны для тех систем здравоохранения, которые сталкиваются с проблемой финансовой состоятельности и в конечном итоге испытывают трудности с сохранением функционального потенциала для достижения результатов из-за наблюдаемой тенденции к росту урбанизации, старению населения, появлению новых достижений в медицине (9).

Процессы повышения экологической устойчивости обычно характеризуются инициативой снизу, местной спецификой и действиями на уровне поставщиков услуг, что ограничивает возможности для репликации эффективных наработок в неоднородных и разнообразных условиях. В то же время есть примеры преобразований в области экологической устойчивости систем здравоохранения, инициируемых на руководящем уровне и организованных по принципу «сверху-вниз», которые имеют ключевое значение для повышения эффективности этой работы и обеспечения устойчивости в самых различных

условиях. В Европейском регионе ВОЗ одним из таких примеров может служить Национальная служба здравоохранения (НСЗ) Англии. Цель данной статьи – представить обоснования и предпосылки для создания Отдела устойчивого развития (ОУР) НСЗ, рассказать об истории и достижениях этого отдела к настоящему времени и сформулировать поддающиеся обобщению принципы, которые могут быть применены аналогичными организациями в других контекстах.

МЕСТНЫЙ КОНТЕКСТ

Созданная в 1948 г. Национальная служба здравоохранения представляет собой систему здравоохранения Соединенного Королевства, финансируемую государством. В ней занято более 1,7 млн специалистов, благодаря чему НСЗ входит в пятерку крупнейших работодателей мира. Самым крупным компонентом системы является НСЗ в Англии, обеспечивающая занятость для 1,4 млн работников и предоставляющая услуги населению численностью 54,3 млн человек (10). Поставщиками сервисных услуг обычно являются трасты – независимые юридические лица. Они осуществляют свою деятельность в рамках соглашений о сотрудничестве с НСЗ, разрабатываемых и курируемых на местном уровне организациями-заказчиками в рамках отношений между пользователями и поставщиками услуг. Ряд национальных организаций выполняет вспомогательные функции, предоставляя услуги в сфере данных и информации, регулирования и мониторинга, образования и учебной деятельности. Организация услуг общественного здравоохранения на национальном уровне происходит через аффилированный Департамент здравоохранения, а на местном уровне – через местные руководящие органы. Немного общей информации: важно отметить, что НСЗ вот уже несколько лет функционирует в условиях серьезных бюджетных ограничений. Это подразумевает жесткий финансовый контроль, особенно в отношении каких-либо мероприятий или планов, выходящих за рамки обычной практики.

Что касается эффективных действий в области окружающей среды, то вот уже несколько лет в ряде подразделений НСЗ проводятся адаптированные к контексту меры реагирования на проблему изменения климата и обеспечения устойчивости.

Однако в основном они инициируются на местах, проводятся на уровне Управления недвижимости и эксплуатации зданий или Управления общественного здравоохранения и нацелены преимущественно на решение таких проблем, как повышение энергоэффективности, переработка отходов, оптимизация командировок и улучшение образа жизни.

ПОДХОД

КОНЦЕПТУАЛИЗАЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Отдел устойчивого развития создан в 2008 г. для оказания поддержки НСЗ в сфере повышения экологической и социальной устойчивости, способствуя тем самым общей финансовой устойчивости системы. Создание ОУР пришлось на период разработки Закона об изменении климата, принятого в том же году и оказавшего непосредственное воздействие на большинство секторов, в том числе на сектор здравоохранения (11). Этот нормативный акт повлиял на работу ОУР с самых начальных этапов. ОУР был специально создан в рамках НСЗ, с тем чтобы его деятельность инициировалась внутри

сектора и проводилась в тесном сотрудничестве с Департаментом здравоохранения, регулирующими ведомствами и организациями НСЗ для достижения совместных целей и стимулирования широкого участия партнеров.

Разработка мер реагирования на экологические проблемы НСЗ вызвала трудности уже на концептуальном этапе. ОУР был вынужден искать подходящие отправные точки и жестко расставлять приоритеты. Отдел принял решение провести оценку углеродного следа, и параллельно было достигнуто согласие о проведении широкой консультации НСЗ для определения готовности системы к преобразованиям. Усилия по оценке углеродного следа и результаты консультации послужили основой для разработки Стратегии сокращения выбросов углерода. Экономическая целесообразность предлагаемых мер по облегчению углеродного бремени оценивалась с точки зрения потенциально сэкономленных средств (12). Вскоре, по мере роста вовлеченности заинтересованных сторон, была выпущена публикация «Готовность к будущему: сценарии низкоуглеродного развития в здравоохранении 2030» (*Fit for the future: scenarios for low carbon health care 2030*) (13), призванная помочь

ТАБЛИЦА 1. ДОРОЖНАЯ КАРТА ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

От	здравоохранения как системы учреждений	к	здравоохранению и социальному обеспечению как части общества
От	медицинской помощи, основанной на лечении и устранении проблем,	к	раннему профилактическому вмешательству
От	болезней	к	здоровью и благополучию
От	профессионального	к	личному/общественному
От	изолированности и разрозненности	к	интеграции и партнерству
От	зданий и учреждений	к	атмосфере исцеления и моделям оказания помощи, специализирующимся на работе с населением
От	принятия решений в зависимости от наличия средств	к	интегрированной ценности будущего с учетом воздействия на общество, природу и их ресурсы
От	единичных индикаторов и устаревших измерений	к	учетным карточкам с множественной информацией в реальном времени
От	устойчивости как вторичного фактора	к	интеграции в культуру, ценности, практику и обучение
От	отходов и злоупотребления ресурсами	к	сбалансированному использованию ресурсов и превращению отходов в ресурсы
От	никого не касается	к	касается всех

Источник: Собственные разработки авторов, см. (14).

партнерам нацелиться на долгосрочную перспективу и применить к проблеме изменения климата подход с участием общества и с позиции преобразований в здравоохранении через 20 лет.

К 2010 г. стала очевидна потребность в расширении сети участников. Для объединения усилий широкого круга заинтересованных сторон, как являющихся частью НСЗ, так не связанных с национальной службой, была разработана «Дорожная карта развития устойчивых систем здравоохранения» (*The Route map for sustainable health*) (14). Этот процесс позволил наметить начальные преобразования (см. табл. 1)

С момента публикации Дорожной карты достигнут значительный прогресс в сфере обеспечения экологической устойчивости НСЗ. Совместные усилия по всему сектору были сосредоточены на пяти основных направлениях: 1) управление; 2) привлечение заинтересованных сторон; 3) измерение и сокращение выбросов углерода; 4) повышение жизнестойкости и адаптация к изменению климата; и 5) системная поддержка. Эти направления подробнее описаны ниже.

СТРУКТУРА И МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Для поддержки преобразований во всем секторе был создан ряд структурных механизмов, включавших национальную консультативную группу, ведущих региональных исполнителей и местные сети. Консультативная группа стала национальным межсистемным органом с представительством всех национальных организаций. Задача группы – оценка, осмысление и поддержка достигнутого прогресса на всех уровнях здравоохранения и социального обеспечения. В рамках этих компетенций национальная консультативная группа предложила процедуру разработки и утверждения на уровне совета директоров Планов управления устойчивым развитием (ПУУР), основанных на ключевых принципах, выработанных правительством (15) (см. Вставку 1).

Во многих организациях первый цикл мер в рамках ПУУР был преимущественно нацелен на сокращение выбросов углерода на уровне эксплуатации зданий.

Региональные лидеры отвечают за оказание поддержки в своем регионе и развитие местных сетей, которые, в свою очередь, реализуют принятые стратегии на местах.

ПРИВЛЕЧЕНИЕ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫХ СТОРОН

Подходы, основанные на принципах участия и вовлеченности, рассматривались ОУР как важнейшие компоненты для обеспечения долгосрочной эффективности мероприятий по преобразованию. Для привлечения широкого круга заинтересованных сторон применялись различные механизмы повышения участия. ОУР стремился привлечь к участию все основные группы на руководящем и исполнительном уровнях, чтобы обеспечить широкий охват заинтересованных сторон и репрезентативность всех подсистем сектора. Было обеспечено конструктивное участие следующих групп:

- **Работники здравоохранения:** На пути обеспечения скоординированного отклика в сфере сокращения углеродного следа среди работников организации и разработки Стратегии по сокращению углеродного следа (17) была организована широкая консультация для специалистов НСЗ. Совместными усилиями были разработаны методические

ВСТАВКА 1. БАЗОВЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ПУУР

Базовые компоненты	Специальные компоненты
<ul style="list-style-type: none"> · Утверждение советом директоров · Стратегическое видение и организационная координация · План действий · Система количественных показателей и измерения достигнутого прогресса · Механизмы управления / отчетности, в т.ч. включение в годовой отчет 	<ul style="list-style-type: none"> · Точки сокращения выбросов углерода · Процедуры социального заказа и закупок · Лидерство, участие и развитие (персонал и общественность) · Работа с сообществами (включая адаптацию и жизнестойкость) · Разработка устойчивых моделей клинической помощи и ухода · Стимулирование инноваций · Анализ социальной ценности

Источник: Собственные разработки авторов, см. [16].

указания для основных категорий работников здравоохранения, играющих важную роль в этих процессах, в частности, для врачей общей практики, медсестер и финансовых менеджеров (18).

- **Высшее руководство:** Для того чтобы устойчивое развитие оставалось одной из приоритетных задач и было интегрировано в культуру организации, специалисты ОУР организовали постоянную работу с национальными лидерами и руководящими группами трастов, нацеленную на повышение информированности по проблеме среди влиятельных и ключевых сотрудников системы. В 2011 г. был проведен Опрос старших должностных лиц, призванный обеспечить необходимый уровень поддержки со стороны исполнительного руководства (19).
- **Местные лидеры:** Была проведена работа с региональными лидерами, позволившая начать реализацию стратегий на местном уровне. Местным лидерам и менеджерам по устойчивому развитию была оказана дополнительная поддержка путем проведения открытых форумов, консультаций, региональных обсуждений и других мероприятий.
- **Общественность:** С 2011 г. каждые два года ведущей независимой исследовательской компанией проводятся опросы общественного мнения по проблеме обеспечения устойчивости.
- **Промышленный сектор:** Учитывая большую долю фармацевтических препаратов и медицинских изделий в общем углеродном следе НСЗ (см. следующий раздел), группа представителей промышленности, национальных ведомств Соединенного Королевства и ОУР разработала методические указания по сокращению углеродного следа продукции (20) в рамках протокола о парниковых газах (ПГ). Впоследствии эта группа была преобразована в коалицию по обеспечению устойчивого развития в сфере фармацевтических препаратов и медицинских изделий, которая продолжает выпускать методические указания по сокращению углеродного следа в подразделениях систем оказания услуг в рамках процесс-ориентированного подхода (21).

ИЗМЕРЕНИЕ И СОКРАЩЕНИЕ ВЫБРОСОВ УГЛЕРОДА

Основа для оценки углеродного следа в НСЗ была заложена в положениях Закона Соединенного Королевства об изменении климата, принятого в 2008 г. (11). В законе предусматриваются три области охвата выбросов парниковых газов: 1) все прямые выбросы ПГ; 2) косвенные выбросы ПГ от потребления электроэнергии, тепла и т.д.; и 3) другие косвенные выбросы, такие как добыча и производство закупаемых материалов и топлива, утилизация отходов и т.д. Первоначальная оценка углеродного следа НСЗ (22), проведенная ОУР, не только показала объемы выбросов сектора (25% углеродного следа всего государственного сектора), но и тот факт, что большая часть выбросов приходится на покупаемые НСЗ продукты – от процессов их производства до их использования и утилизации. Фармацевтические препараты и медицинские изделия составили 22% общего углеродного следа. В соответствии с требованиями, установленными Законом об изменении климата, НСЗ наметила цель сокращения углеродного следа на 10% к 2015 г. по сравнению с базовым уровнем 2007 г. (см. ниже: Достигнутые изменения). В настоящее время весь сектор здравоохранения Англии стремится сократить выбросы углерода на 34% к 2020 г.

ПОВЫШЕНИЕ ЖИЗНЕСТОЙКОСТИ И АДАПТАЦИЯ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА

В соответствии с Законом Соединенного Королевства об изменении климата национальные организации, включая НСЗ, должны провести мероприятия по адаптации к изменению климата, сделать оценку рисков и подготовиться к грядущим изменениям. По запросу правительства сектор здравоохранения в Англии подготовил доклад о готовности к изменению климата, проведя совместную оценку уровня прогресса в этом секторе. По результатам этой работы было отмечено, что сектору здравоохранения необходимо принять меры по повышению устойчивости к негативным явлениям, усилению контроля за изменением климата и уровнем своей подготовленности, а также разработать надежную информационную базу для сбора статистических и разведывательных данных по стране (23). Также ОУР взял на себя функции подготовки национальной отчетности в сфере адаптации системы здравоохранения к изменению климата для Министерства окружающей среды, продовольствия и сельского хозяйства.

УКРЕПЛЕНИЕ СИСТЕМЫ

Совместно с партнерами ОУР определил ряд областей, требующих дальнейшей общесистемной поддержки для достижения намеченных уровней преобразований.

- **Разработка системы количественных показателей:** Были подготовлены и опубликованы обзоры достигнутого прогресса, включая изменения в показателях углеродного следа, инициацию соответствующих процессов и проведение консультаций (24). Однако существует осознание того, что в будущем будет необходима новая система индикаторов. Для этого была создана межсекторальная руководящая группа по разработке системы количественных показателей, задача которой – провести учет имеющихся данных и разработать систему с опорой на существующие инструменты, методы и механизмы отчетности.
- **Научные исследования и разработки:** ОУР подготовил обзор существующих исследований и проанализировал пробелы в знаниях, предоставив донорам и исследователям информацию о направлениях, требующих дальнейшей разработки.
- **Методические указания для сектора здравоохранения и промышленности:** Помимо методических указаний по сокращению углеродного следа продукции в рамках протокола о парниковых газах были разработаны рекомендации по обеспечению устойчивости в сфере медицинских исследований. Также проводится работа по выпуску дополнительных методических указаний по сокращению углеродного следа в основных подразделениях систем оказания услуг.
- **Оказание поддержки работникам сектора:** Помимо реализации вышеупомянутых стратегий, направленных на повышение участия заинтересованных сторон, ОУР оказывает поддержку персоналу сектора здравоохранения в его усилиях по обеспечению устойчивости посредством: 1) разработки справочной информации и адаптированных рекомендаций для различных категорий сотрудников, таких как медсестры, врачи и финансовые специалисты;

- 2) совместной работы с королевскими колледжами по созданию методических указаний;
- 3) присуждения национальных премий за успехи в обеспечении устойчивости; 4) ежегодной организации Дня устойчивого развития НСЗ; и 5) индивидуального взаимодействия и проведения кампаний внутри организаций.

ДОСТИГНУТЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Был отмечен ряд положительных изменений – как процессуальных, так и с точки зрения результатов. Эти изменения рассмотрены ниже; информация собрана на основе национальных наборов данных, инструментов отчетности, процессов ОУР и предоставляемых услуг. Все данные находятся в открытом доступе (24–26).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ

- К 2015 г. НСЗ сократила свой общий углеродный след на 11% (с 25,7 Мт CO₂-экв. в 2007 г. до 22,8 Мт CO₂-экв. в 2015 г.), в то время как уровень активности повысился на 18%. Снижение углеродоемкости составило 22% на душу населения, а углеродоемкость на один потраченный фунт в настоящее время составляет 1/5 показателя за 1990 г. с учетом поправки на инфляцию.
- Зафиксировано снижение на 4,3% углеродного следа, связанного с энергоснабжением зданий, в период с 2007/2008 гг. (3,3 Мт CO₂-экв.) по 2014/2015 гг. (3,2 Мт CO₂-экв.), с сокращением на 1,4% за последний год¹. В 2007/2008 гг. 90 организаций (38% НСЗ) сократили углеродный след, связанный с энергоснабжением зданий, более чем на 10%. Благодаря снижению энергопотребления в 2014/2015 гг. было сэкономлено 23 млн фунтов.
- Достигнуто снижение на 4,2% потребления воды в период с 2007/2008 гг. (36 м³) по 2014/2015 гг. (35 м³)².

¹ Представленные исчисления были округлены до двух знаков после запятой.

² Представленные исчисления были округлены до двух знаков после запятой.

- На одну треть сократился объем переработанных отходов в период с 2007/2008 гг. (0,3 млн тонн) по 2014/2015 гг. (0,2 млн тонн); переработано или подготовлено к вторичному использованию 40% отходов.

АКТИВНОСТЬ ОБЩЕСТВА

- Три опроса общественного мнения, проведенных независимой исследовательской компанией в 2011, 2013 и 2015 гг., показали растущий уровень общественной поддержки процессов устойчивого развития НСЗ (89% в 2013 г., 92% в 2011 и 2015 гг.); растет количество людей, считающих, что эта проблема должна рассматриваться в числе наиболее приоритетных (19% в 2011 и 2013 г. и 25% в 2015 г.) и что система здравоохранения должна делать все возможное для повышения устойчивости, даже если это связано с дополнительными расходами (33% в 2011 г., 36% в 2013 г. и 43% в 2015 г.) (27).
- В 2008 и 2013 гг. проведены консультации со специалистами здравоохранения в целях разработки стратегий развития на пять лет. В 2010 г. проведены семинары с участием широкого круга заинтересованных сторон, на которых была составлена Дорожная карта; с тех пор каждые два года проводятся мероприятия по оптимизации выполнения заложенных в ней мероприятий.
- Опрос всех ведущих руководителей НСЗ, проведенный в 2011 г. другой исследовательской компанией, показал, что 90% респондентов считают эту работу важнейшим компонентом своей деятельности.
- В 2011 г. проведена глобальная консультация с участием представителей всех подсекторов здравоохранения и промышленности, нацеленная на разработку методических указаний по сокращению углеродного следа фармацевтических препаратов и медицинских изделий.
- Шестой год организуется День устойчивого развития НСЗ, в праздновании которого принимают участие все больше сотрудников (600 организаций в 2016 г.) и который в последние

годы проводится в более широких масштабах и не ограничивается НСЗ.

УПРАВЛЕНИЕ И ПОДОТЧЕТНОСТЬ

- Создан ОУР – национальная группа специалистов и региональная структура реализации мероприятий на местах для поддержки менеджеров по устойчивому развитию, занятых в организациях.
- Опубликовано пять информационных листов с оценками углеродного следа по всему сектору (по данным за 2004, 2007, 2010, 2012 и 2015 гг.).
- Опубликовано два информационных листа с оценками углеродного следа по сектору здравоохранения и социального обеспечения (по данным за 2012 и 2015 гг.).
- С 2010 г. ежегодно публикуются карты прогресса по региону (24), основанные на принятых в организациях ПУУР, годовой отчетности по обеспечению устойчивости / выбросам углерода и региональных схемах сокращения выбросов углерода в сферах электроэнергетики, отходов и потребления воды.
- По состоянию на май 2015 г. в Англии 70% поставщиков услуг НСЗ и 30% служб организации медицинской помощи (в целом 52%) реализуют ПУУР, утвержденные советом директоров или другим высшим руководящим органом.
- По состоянию на май 2015 г. 42% поставщиков услуг НСЗ реализуют План адаптации, утвержденный советом директоров.
- 43% поставщиков услуг НСЗ следуют цели снижения выбросов углерода на 34% к 2020 г. (или снижению эквивалента на 28% по сравнению с уровнем 2013 г.).
- Треть годовых отчетов за 2014/2015 гг. служб организации медицинской помощи и поставщиков услуг НСЗ содержит компонент устойчивого развития, а 68 организаций (15%) добились значительных успехов в разъяснении концепций анализа устойчивости, политики, информации и достигнутых результатов, в соответствии с рядом заранее определенных критериев.

ИЗВЛЕЧЕННЫЕ УРОКИ

Опыт по обеспечению устойчивости сектора здравоохранения в Англии может, с определенной осторожностью, эффективно применяться для повышения экологической устойчивости других систем здравоохранения в Европейском регионе ВОЗ и за его пределами. Некоторые его компоненты кратко описаны ниже.

ПРЕОБРАЗОВАНИЯ, ЗАПУЩЕННЫЕ НА ВЕРХНЕМ УРОВНЕ И СТИМУЛИРУЮЩИЕ ИНИЦИАТИВУ СНИЗУ

Опыт НСЗ показывает, что темпы преобразований, необходимых для обеспечения экологической устойчивости крупных систем здравоохранения, могут быть достигнуты лишь в рамках политики, утвержденной на самом высоком руководящем уровне. Подход «сверху-вниз» значительно ускорил этот процесс и повысил его эффективность. Однако не стоит забывать и о ценности мероприятий на уровне поставщиков услуг, важных для местной специфики, обучающего потенциала и вовлеченности. Кроме того, поскольку организации НСЗ на своем уровне действуют самостоятельно, очевидно, что их участие в процессах повышения экологической устойчивости и использование появляющихся возможностей обусловлено конкретными местными потребностями.

СПЕЦИАЛЬНОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ КАК ФУНДАМЕНТ ДЛЯ ПЕРЕМЕН

Создание в НСЗ Отдела устойчивого развития было важным шагом к тому, чтобы программа изменений была четко озвучена и систематически реализована по всему сектору. Подобное решение помогло сохранить приоритетность вопроса устойчивого развития даже в переходные периоды и при изменении государственных приоритетов. Также это обеспечило общую координацию в рамках межсекторального подхода и прочную основу для разработки системы показателей и вовлечения широкого круга заинтересованных сторон. Помимо этого средства, затраченные на деятельность ОУР, могут быть легко возмещены за счет экономии, достигнутой во всем секторе.

ИЗМЕРИМЫЕ И ОСУЩЕСТВИМЫЕ НАЧАЛЬНЫЕ МЕРЫ В КАЧЕСТВЕ ОТПРАВНОЙ ТОЧКИ ДЛЯ БОЛЕЕ МАСШТАБНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

ОУР подвергался критике за то, что его первоначальным ориентиром стала проблема сокращения выбросов углерода, тогда как другие области были оставлены без внимания. Однако этот выбор оказался верным, поскольку сокращение выбросов – это измеримая, управляемая область, в итоге ставшая отправной точкой для всего процесса устойчивого развития. Внедрение в качестве начальной инициативы ответных мер по углеродной проблеме означало, что дискуссия по обеспечению экологической устойчивости будет вестись с опорой на конкретные данные. Это также позволило сфокусироваться на областях с повышенным углеродным следом, таких как сфера закупок и фармацевтических препаратов. Наличие данных и обоснованных свидетельств эффективности мер по сокращению выбросов углерода также помогло инициировать дискуссию по проблеме устойчивости в более широком контексте, обеспечив переход к более масштабным преобразованиям в области устойчивого развития.

ПРИВЛЕЧЕНИЕ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫХ СТОРОН

Конструктивное участие было и остается важнейшим компонентом проводимой работы, позволяющей оценить масштабы поддержки в рамках сектора и предоставить участникам полномочия для реагирования посредством разработки стратегий и инструментов, нацеленных на результат. Внимательное отношение к мнению и потребностям специалистов, работающих в системе, помогло определить контекст, барьеры, показатели успеха и меры для инноваций и преобразований. Такая обратная связь имеет исключительно важное значение для оценки возникающих трудностей и реализации появляющихся возможностей. Например, проведение опросов и семинаров позволило очертить круг полномочий и задать верное направление для эффективной работы и взаимодействия Отдела.

УМЕНИЕ МЫСЛИТЬ В БОЛЬШИХ И МАЛЫХ МАСШТАБАХ

Обеспечивая устойчивость НСЗ и всего сектора здравоохранения, необходимо проанализировать широкий спектр возможностей и подобрать модели, которые помогут НСЗ добиваться ощутимых

результатов. Ведь хотя экологическая устойчивость может принести относительно легкие выгоды в плане рентабельности и экономии средств, эта проблема – лишь часть более широкой дискуссии. В перспективе НСЗ (да и любой другой системе здравоохранения) следует рассмотреть возможность фундаментального сдвига в методах оказания услуг и переосмыслить конечную цель здравоохранения, включая роль апробированных и эффективных экономичных методов профилактики и охраны здоровья.

Выражение признательности: авторы благодарят всех сотрудников ОУР, и в частности James McKenzie, за поддержку и информацию. Отдельная благодарность James Creswick (ВОЗ) за помощь в редактировании. Также авторы выражают признательность Федеральному министерству окружающей среды, охраны природы, строительства и безопасности ядерных реакторов Германии за поддержку мероприятий Европейского регионального бюро ВОЗ в области обеспечения устойчивости систем здравоохранения.

Источники финансирования: не указаны.

Конфликт интересов: не указан.

Ограничение ответственности: Европейское региональное бюро ВОЗ: Авторы несут самостоятельную ответственность за мнения, выраженные в данной публикации, которые не обязательно представляют решения или политику Всемирной организации здравоохранения. НСЗ: Настоящая статья подготовлена авторами в их личном качестве. Мнения, выраженные в данной статье, являются мнением авторов и не обязательно отражают точку зрения НСЗ Англии.

БИБЛИОГРАФИЯ

- Hossain MS, Santhanam A, Nik Norulaini NA OA. Clinical solid waste management practices and its impact on human health and environment--A review. *Waste Management*, 2011, 31(4):754–766.
- Eckelman MJ, Sherman J. Environmental impacts of the U.S. health care system and effects on public health. *PLoS ONE*, 2016, 11(6):1–14.
- Caniato M, Tudor T, Vaccari M. International governance structures for health-care waste management: A systematic review of scientific literature. *Journal of Environmental Management*, 2015, 153:93–107.
- Orias F, Perrodin Y. Characterisation of the ecotoxicity of hospital effluents: a review. *The Science of the Total Environment*, 2013, 454–455:250–276.
- Coote A. Claiming the health dividend: unlocking the benefits of NHS spending. London, UK, The King's Fund, 2002.
- Singh S, Prakash V. Toxic environmental releases from medical waste incineration: a review. *Environmental monitoring and assessment*, 2007, 132(1–3):67–81.
- Naylor C. Towards environmentally sustainable health systems in Europe: a review of the evidence, 2016.
- Elkington J. *Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business*. Oxford, UK, Capstone Publishing Ltd, 1999.
- Duran A et al. Understanding health systems: scope, functions and objectives. In: *Health Systems, Health, Wealth and Societal Well-being. Assessing the case for investing in health systems*. McGraw-Hill, 2012:19–36.
- NHS Choices. The NHS in England [web site]., 2016 (<http://www.nhs.uk/NHSEngland/thenhs/about/Pages/overview.aspx>, по состоянию на 6 ноября 2016 г.).
- Her Majesty's Stationery Office. Climate Change Act. Her Majesty's Stationery Office, 2008:108 (http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2008/27/pdfs/ukpga_20080027_en.pdf).
- Sustainable Development Unit. Update NHS carbon reduction strategy. Cambridge, UK, 2009 (<http://www.sduhealth.org.uk/policy-strategy/engagement-resources/nhs-carbon-reduction-strategy-2009.aspx>, по состоянию на 9 июня 2017 г.).
- Sustainable Development Unit. Fit for the Future: Scenarios for low-carbon healthcare 2030. Cambridge, UK, 2009 (<http://www.sduhealth.org.uk/policy-strategy/what-is-sustainable-health.aspx>, по состоянию на 9 июня 2017 г.).
- Sustainable Development Unit. Route Map for Sustainable Health. Cambridge, UK, 2011 (<http://www.sduhealth.org.uk/policy-strategy/route-map.aspx>, по состоянию на 9 июня 2017 г.).
- Her Majesty's Stationery Office. Securing the future: delivering UK sustainable development strategy. The UK Government Sustainable Development Strategy, 2005 (https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69412/pb10589-securing-the-future-050307.pdf).
- Sustainable Development Unit. Sustainable Development Management Plan (SDMP) Guidance for Health and Social Care Organisations. Cambridge, UK, 2017 (<http://www.sduhealth.org.uk/delivery/plan.aspx>, по состоянию на 9 июня 2017 г.).

17. Sustainable Development Unit. Saving Carbon, Improving Health: NHS Carbon Reduction Strategy for England. Cambridge, UK, 2009 (<http://www.sduhealth.org.uk/policy-strategy/engagement-resources/nhs-carbon-reduction-strategy-2009.aspx>, по состоянию на 9 июня, 2017 г.).
18. Sustainable Development Unit. 5 to survive (series of briefings), 2010:12. (<http://www.sduhealth.org.uk/resources/practical-guides-and-briefings/5-to-survive.aspx>, по состоянию на 9 июня 2017 г.).
19. Sustainable Development Unit. Sustainability in the NHS: Health Check 2012. Cambridge, UK, 2012.
20. CSPMD. Pharmaceutical and Medical Device Carbon Footprint Guidance, 2012 (<http://www.sduhealth.org.uk/areas-of-focus/carbon-hotspots/pharmaceuticals/cspm/carbon-footprint-guidance.aspx>, по состоянию на 9 июня 2017 г.).
21. CSPMD. Sustainable Care Pathways Guidance. Cambridge, UK, 2015 (<http://www.sduhealth.org.uk/areas-of-focus/carbon-hotspots/pharmaceuticals/cspm/sustainable-care-pathways-guidance.aspx>, по состоянию на 9 июня 2017 г.).
22. Sustainable Development Unit. NHS England carbon emissions carbon footprinting report September 2008, 2008.
23. Sustainable Development Unit. Health and Care System Adaptation Report 2015 [web site], 2015 (<http://www.sduhealth.org.uk/areas-of-focus/community-resilience/adaptation-report.aspx>, по состоянию на 6 ноября 2016 г.).
24. Sustainable Development Unit. Reporting [web site]. (<http://www.sduhealth.org.uk/policy-strategy/reporting.aspx>, по состоянию на 16 марта 2017 г.).
25. Sustainable Development Unit. Sustainable development in the health and care system, Health Check 2016. Cambridge, UK, 2016 (<http://www.sduhealth.org.uk/policy-strategy/reporting/sustainable-development-in-health-and-care-report-2016.aspx>, по состоянию на 9 июня 2017 г.).
26. Sustainable Development Unit. Carbon Footprint update for NHS in England 2015, 2016.
27. Sustainable Development Unit. Ipsos MORI research - the public's view [web site], 2016 (<http://www.sduhealth.org.uk/policy-strategy/reporting/ipsos-mori.aspx>, по состоянию на 6 ноября 2016 г.).

Policy and practice

HAZARDOUS WASTE: A CHALLENGE FOR PUBLIC HEALTH

Lucia Fazzo¹, Fabrizio Bianchi², David Carpenter³, Marco Martuzzi⁴, Pietro Comba¹

¹ Dept. of Environment and Health, Unit of Environmental Epidemiology, Istituto Superiore di Sanità, viale Rome, Italy

² Institute of Clinical Physiology, Unit of Environmental Epidemiology and Disease Registries, National Research Council, Pisa, Italy

³ Institute for Health and the Environment, University at Albany, Rensselaer, NY, United States of America

⁴ World Health Organization Regional Office for Europe, Centre for Environment and Health, Bonn, Germany

Corresponding author: Lucia Fazzo (email: lucia.fazzo@iss.it)

ABSTRACT

Background: The disposal and management of hazardous waste are worldwide problems. Notwithstanding the difficulties evaluating epidemiological studies, some observations of their health impact appear to be, to some extent, reproducible.

Local context: The role of epidemiological studies in contributing to decision-making in public health is addressed, through describing an Italian context with illegal, hazardous waste dumps.

Approach: This case study, concerning the Italian "Land of Fires", provides a frame for integrating scientific, evidence-based public health actions and priorities for further research.

Relevant changes: Additional research on the adverse health effects among individuals living close to hazardous waste sites, and on the characterization of air contaminants near waste sites, is necessary. Furthermore, counteracting illegal and poor waste dumping,

the environmental remediation of areas contaminated by waste, and prevention and health care actions targeted at local human populations are urgently required.

Lessons learnt: Cooperation on this topic between public health institutions of the WHO European Region Member States appears warranted.

Keywords: HAZARDOUS WASTE, CONTAMINATED SITES, PUBLIC HEALTH, POLICY

BACKGROUND

The disposal and management of hazardous waste are worldwide problems in terms of environmental pollution and its potential health impact on human populations living close to waste sites. Waste is part of the agenda of the European Environment and Health Process as well as one of the topics considered by the Sixth Ministerial Conference on Environment and Health of the World Health Organization (WHO) European Region (1).

Waste storage, treatment and disposal are the main activities (31.5%) causing problems in the 1684 present or past Environmental Protection Agency National Priority List (NPL) sites in the United States, followed by

contaminants released by manufacturing and industrial activities (2). In 2011, based on data provided by 33 countries in Europe, the activities which contributed most to soil and groundwater contamination were waste disposal, including municipal and industrial waste (approximately 38% of the sites), followed by industrial and commercial activities (3). Such data are more limited in middle and low income countries. In seven Asian countries, 679 areas were estimated to be contaminated by hazardous waste (4). Recently, hazardous waste has been included among the top three major environmental risk factors for health effects in Africa, where non-communicable diseases, such as cancer, are on the rise (5).

Assessing the health impacts of hazardous waste, especially through illegal or uncontrolled dumping

sites, has, to date, been the aim of only a few review papers (6-8). The difficulties in detecting exposed populations, outcome selection, control of confounding variables and, especially, assessing exposure to complex and often heterogeneous cocktails of hazardous chemicals, represent the usual limitations associated with epidemiological investigations on this topic.

Notwithstanding these difficulties, some observations appear to be, to some extent, reproducible. These include the excess of some cancer sites, such as the stomach, liver, lung, bladder, and leukemia, congenital malformations, adverse reproductive effects and asthma, as illustrated in the recent WHO report on waste and human health, previously referred to in (1). These observations were recorded in studies performed in different parts of the world, namely Europe, the United States and some low-income countries, with the latter including some investigations on the acute effects of illegal dumping of waste traded from industrialized countries.

The purpose of this paper is to examine one specific case study concerning the Campania Region in Italy, to which, since the late 1980s, hazardous waste has been illegally transferred from various parts of Italy and subsequently dumped or burned. The authors believe that similar issues are of wider interest, taking into account the spread of poor waste management practices in some areas at the global level, mainly concerning low socioeconomic status people. The role of epidemiological studies in providing estimates of the health impact of residential exposure to waste, thus contributing to the public health decision-making process in the last ten years, will be specifically addressed.

LOCAL CONTEXT

In the middle to late 1990s, the Italian national government declared an environmental emergency in the Campania Region due to waste management. Subsequently, in 1998, 77 municipalities in this region were included within the territory of the national priority contaminated site, "Litorale Domizio Flegreo e Agro Aversano".

Campania is located in southern Italy and its regional capital is Naples. For several decades, waste in Campania was poorly managed, mainly due to

insufficient recycling, landfill exhaust, and the absence of incinerators. Given this context, criminal organizations set up an illegal system of delivering hazardous waste, produced mainly by industries located in Italy's northern regions, for dumping or burning in the countryside. This practice was concentrated in the two provinces of Naples and Caserta and was not ubiquitous throughout the region.

Some environmentalist organizations, taking into account the information being made available on the illegal traffic and dumping of industrial hazardous waste by crime organizations, denounced the possible health risk to the human populations living in these areas. In this context, researchers of the Italian National Institute of Public Health (Istituto Superiore di Sanità, or ISS) and Institute of Clinical Physiology of the Italian National Research Council (CNR), in collaboration with regional environmental and health agencies and an environmentalist organization, performed the first epidemiological investigation at the municipal level in the area. The study, performed in three municipalities with high concentrations of waste dumping sites, showed higher rates of mortality from specific diseases than the regional population average (9). The results were published in the peer-reviewed journal of the Italian Association of Epidemiology and communicated to the population and local government during an *ad hoc* meeting. Afterwards, awareness increased among several stakeholders, including national and local associations and policy-makers, about the possible health impact of uncontrolled and illegal waste dumping and burning.

APPROACH

Given this context, a cycle of epidemiological studies was performed in the provinces of Naples and Caserta in the Campania Region.

Beginning in 2004, the WHO European Centre of Environment and Health and the Institute of Clinical Physiology of CNR, in strict cooperation with ISS, investigated cause-specific mortality and the prevalence of malformations in the 196 municipalities in the provinces of Naples and Caserta.

The first study (10) showed numerous clusters of municipalities with significant excesses of mortality

for neoplasms of the lung, liver, stomach, kidney and bladder, from 1994 to 2001; and of the prevalence of congenital anomalies in cardiovascular and urogenital systems and limbs, from 1996 to 2002. These clusters were concentrated in a sub-area where most of the hazardous dumping sites were located.

A municipal indicator of environmental pressure due to hazardous waste was provided for each of the 196 municipalities in the provinces of Naples and Caserta, on the basis of the characteristics of the dumped waste and sites (11).

The association between the indicator of hazardous waste "pressure" and several health outcomes at the municipal level was tested in a subsequent correlation study (12), which also took socioeconomic status into account. Significantly increasing trends were reported for all causes of deaths; all cancers; liver, lung and stomach cancer mortality; and for the prevalence of congenital malformations of the nervous system and uro-genital tract at birth. Even if a causal interpretation of the reported associations was not observed to be fully demonstrated, it was deemed necessary and urgent to foster the reduction of exposure to hazardous waste.

Further studies performed in cooperation with the Naples Health Authority Cancer Registry suggested a correlation between hazardous waste exposure and testis cancer (13), while inconsistent findings were reported for the incidence of soft-tissue sarcomas (14).

A human biomonitoring project named "SEBIOREC", focused on the absorption of chlorinated compounds and heavy metals in the population resident in the same area, was performed by ISS and the National Research Council, following a request from Campania regional health authorities (15). Donors were recruited in three sub-areas characterized by elevated, moderate and low environmental pressures from uncontrolled waste dumping and burning, with the latter area serving as a reference. The analyses of blood and milk pool samples, both based on residential proximity, did not show anomalous concentrations of heavy metals (i.e. arsenic, cadmium, mercury and lead) or halogenated compounds; or the burden of Total Equivalent Toxicity of dioxins and dioxin-like compounds and non-dioxin-like polychlorobiphenyls. Some municipalities were flagged as possibly

deserving attention for health-oriented interventions, on the basis of relatively higher biomarker values within their hematic samples.

Some biomonitoring studies performed on individual samples showed high levels of dioxin-like compounds in the milk of cows grown on farms in specific areas of Caserta Province (16) and in the milk of primiparous mothers participating in a human biomonitoring study in the provinces of Naples and Caserta (17).

Additionally, *ad hoc* environmental studies were performed on some paradigmatic, illegal, urban and hazardous waste dumping sites. For example, one site, located in an area of about 59 000 square metres previously used as a quarry, contained approximately 1 million cubic metres of solid urban and hazardous waste. Arsenic, heavy metals and organic chemicals contaminated the surrounding soils, while mercury, fluorides, total hydrocarbons, 1,2-dichloropropane, trichloroethylene and tetrachloroethylene were detected in underground water. Emissions and depositions showed elevated levels of benzene (18).

RELEVANT CHANGES

The publication of the findings of the epidemiological studies on waste and health in Campania in peer-reviewed journals, and the communication process with local stakeholders and the local population (19), contributed to raising awareness on this issue. Besides being the object of scientific studies, the question was raised in the press, novels, movies and a TV series (e.g. see *Gomorra* by Roberto Saviano).

In 2014, the Italian Parliament adopted an Act (No. 6 of 6 February 2014) that created a new regulation for 55 municipalities in the provinces of Naples and Caserta, identified as constituting the so-called "Land of Fires", which was characterized by the widespread malpractice of setting fire to urban solid and hazardous waste.

Most of the prescriptions under the "Land of Fires" Act concerned environmental clean-up based on extensive environmental monitoring, particularly aimed at detecting areas where the food chain had experienced contamination.

The same Act assigned ISS the task of providing up-to-date epidemiological findings on the municipalities included in the "Land of Fires". This study was promptly made available to the national Ministry of Health and Campania Region, and was subsequently published on the freely accessible ISS website, as required by law.

The epidemiological results found that resident populations in this area have a series of excesses in mortality, cancer incidence and hospitalization for several diseases with a multifactorial etiology. Exposure to environmental contaminants, that were potentially emitted or released by uncontrolled hazardous and urban waste dumping and burning, was among their ascertained or suspected risk factors. The authors pointed out some critical aspects regarding children's health, namely, the excesses of children hospitalized for all cancers in the first year of life, and for brain cancer in the first year of life and in the class aged 0 to 14 years. Analyses at the municipal level detected some locations where specific observations required further and urgent in-depth analysis (20).

In this framework, ISS was also required to recommend health checks that were to be freely offered by the Campania Region to the population residing in the "Land of Fires". For this purpose, two principles were followed: screening at the population level must depend on the availability of tests with high sensitivity, specificity and predictive value; and offering tests without proven effectiveness is not recommended.

For the diseases characterized by an ascertained or suspected etiological role of agents emitted or released by waste dump sites, and occurring in excess in the study area (i.e. stomach, liver, lung, bladder, pancreas, larynx, and kidney cancers and non-Hodgkin lymphoma), the creation of a program of health care actions, based on national and international guidelines and using process and outcome indicators, was suggested.

Furthermore, the implementation of prevention and health care actions recommended by international and national health agencies was advised, namely: screening tests for breast and colon-rectum tumours, which currently have a very low level of response in the study area; the application of the tests for subjects aged 40 years or more, to identify those at

risk of acute myocardial infarction; pharmacological treatments, defined by the Italian National Drugs Agency (AIFA), for cardiovascular diseases; and the application of guidelines for physiological pregnancy, offering folic acid and the surveillance of pediatric oncology referring to specialized centres, for the protection of maternal and child health (20).

In the absence of *ad hoc* or even pilot studies on this issue, it is not easy, and could be arbitrary, to draw conclusions about the consequences of the aforementioned epidemiological studies on risk perception in the "Land of Fires". Nonetheless, some can be noted.

In the early 2000s, in the absence of any evidence-based approach, conflicting messages on the possible health effects of waste exposure made by public health authorities, some investigators and policy-makers raised puzzlement and the worry of the people. Meanwhile, environmental organizations and judicial authorities increased efforts to bring the real dimension of the problem to light.

Currently, the availability of epidemiological studies, together with the findings of human biomonitoring surveys and improvements made to mapping illegal hazardous waste dumping sites (18), have contributed to creating a shared body of knowledge onto which robust state-of-the-art assessment and consequent evidence-based decision-making should be implemented. Even if no final evaluation of the health impact of uncontrolled waste dumping and burning is available, some evidence has accumulated and uncertainty has been reduced. To some extent, the current debate is less ideological and more factual, but much work has still to be done.

LESSONS LEARNT

The first lesson learnt concerns the public policies that should be adopted in contexts characterized by illegal hazardous waste management. These policies require strong measures to counteract the illegal trafficking of hazardous waste in terms of repression, by judiciary authorities, and prevention, by administrative authorities. Moreover, the implementation of the best practices in the management of hazardous waste is needed in the areas of industrialized countries and in

middle and low income countries where this issue is currently unregulated. Furthermore, it is necessary to implement a systematic mapping of dumping sites that is integrated with the environmental monitoring of soil, shallow and surface water, air and the food chain. Environmental remediation should be pursued according to scientifically-based priorities aimed at minimizing health risks. Communication plans directed at resident populations, policy-makers, local health and environmental authorities, civil society organizations, and health professionals must also be realized.

The second lesson concerns the need to conduct epidemiologic studies aimed at providing information on issues that are not yet sufficiently documented. In fact, there is an urgent need for additional research which documents the adverse health effects among individuals who live near hazardous waste sites. Most sites contain a mixtures of chemicals and each chemical may have a unique profile of human health effects. Because there is strong evidence that different chemicals affect the rates of many different diseases, it is important to investigate multiple disease endpoints, both developmental (e.g. birth defects, birth weight, fetal deaths, cognitive development and physical growth) as well as adult diseases (e.g. infections, cancer, diabetes, cardiovascular, liver and kidney diseases, and endocrine and reproductive effects). It is critical to be able to compare health between exposed and unexposed populations that are matched as much as possible with age, sex, socioeconomic status, race and ethnicity, and behavioral factors such as smoking and alcohol consumption. Given the vast number of possible chemical contaminants, it is not realistic to obtain chemical measurements of contaminants in the human body in most circumstances, although it is sometimes possible to monitor the serum or urinary concentrations of one or more toxicant. Studies that are realistic are often ecological, when investigating patterns of disease in populations living near waste sites as compared to those not living near such sites. While there are limitations with ecological studies, they have great value for developing hypotheses to improve studies at individual levels with better exposure assessment through the measurement of serum levels or the urinary metabolites of specific chemicals.

Individuals living near hazardous sites may be exposed to dangerous substances through the ingestion of food or water, inhalation of airborne contaminants or

dermal absorption. While the contamination of garden vegetables, livestock or drinking water is a possible route of human exposure, the most important route is likely inhalation of contaminated air. In addition, significant research is needed to develop studies on animal exposure to the chemical mixtures associated with these sites and to have good controls. Studies of caged animals near waste and control sites need to be conducted, especially when inhalation is the major route of human exposure.

There is also a great need for analysing chemicals in air near waste sites. If air contains volatile or semi-volatile chemicals, they will be continuously inhaled by local residents and absorbed in their lungs. Such analyses will provide the exposure assessment that is much more difficult to obtain through the measurement of human bodily fluids.

A third lesson learnt concerns the transfer of the experience gained from the Italian "Land of Fires" case study to other countries within the WHO European region that might encounter similar problems. The issue of the uncontrolled or openly illegal management of hazardous waste was discussed during the WHO meetings on waste and health of November 2015 (that produced the aforementioned Report (1)) and October 2016. There, it was clarified that hazardous waste tends to move towards areas characterized by lower environmental health standards, constituting a factor for raising environmental inequity at the global level. This was the case within Italy, involving different regions, but it may also concern different countries within or beyond Europe. A strong European collaborative network of public health and research institutions, sharing a common view of the problem and adopting consistent approaches to solve it, may ensure the preservation of environmental quality and the prevention of adverse health effects.

Acknowledgments: None.

Sources of funding: None declared.

Conflicts of interest: None declared.

Disclaimer: The authors alone are responsible for the views expressed in this publication and they do not necessarily represent the decisions or policies of the World Health Organization.

REFERENCES

- World Health Organization. Waste and human health: evidence and needs. WHO Meeting Report: 5-6 November 2015. Bonn, Germany. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2016. (http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/317226/Waste-human-health-Evidence-needs-mtg-report.pdf?ua=1, accessed 16 March, 2017).
- Pohl HR, Tarkowski S, Buczynska A, Fay M, De Rosa CT. Chemical exposures at hazardous waste sites: experiences from the United States and Poland. *Environ Tox and Pharmacology*. 2008;25:283-91. doi:10.1016/j.etap.2007.12.005.
- Van Liedekerke M, Prokop G, Rabl-Berger S, Kibblewhite M, Louwagie G. JRC Reference Reports. Progress in the management of contaminated sites in Europe. Joint Research Centre. European Commission. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2014. doi:10.2788/4658.
- Caravanos J, Chatham-Stephens K, Bret E, Landrigan PJ, Fuller R. The burden of disease from pediatric lead exposure at hazardous waste sites in 7 Asian countries. *Environ Research*. 2013;120:119-25. doi:10.1016/j.envres.2012.06.006.
- McCormack VA, Schuz J. Africa's growing cancer burden: environmental and occupational contribution. *Cancer Epid*. 2012;36:1-7. doi:10.1016/j.canep.2011.09.005.
- Vrijheid M. Health effects of residence near hazardous waste landfill sites: a review of epidemiologic literature. *Environ Health Perspect*. 2000;108(suppl 1):101-12.
- Russi MR, Jonathan BB, Cullen MR. An examination of cancer epidemiology studies among populations living close to toxic waste sites. *Environmental Health*. 2008;7:32. doi:10.1186/1476-069X-7-32.
- Fazzo L, Minichilli F, Santoro M, Ceccarini A, Della Seta M, F. Bianchi, et al. Hazardous waste and health impact: a systematic review of the scientific literature. *Environ Health*, submitted.
- Altavista P, Belli S, Bianchi F, Binazzi A, Comba P, Del Giudice R, et al. Cause specific mortality in a district of Campania Region with a high number of waste dump sites. *Epidemiol Prev*. 2004;28(6):311-21 (in Italian).
- Fazzo L, Belli S, Minichilli F, Mitis F, Santoro M, Martina L, et al. Cluster analysis of mortality and malformations in the Provinces of Naples and Caserta (Campania Region). *Ann Ist Super Sanita*. 2008;44(1):99-111.
- Musmeci L, Bellino M, Cicero MR, Falleni F, Piccardi A, Trinca S. The impact measure of solid waste management on health: the hazard index. *Ann Ist Super Sanità*. 2010;46(3):293-8. doi:10.4415/ANN_10_03_12.
- Martuzzi M, Mitis F, Bianchi F, Minichilli F, Comba P, Fazzo L. Cancer mortality and congenital anomalies in a region of Italy with intense environmental pressure due to waste. *Occup. Environ. Med*. 2009;66:725-32. doi:10.1136/oem.2008.044115.
- Fazzo L, De Santis M, Mitis F, Benedetti M, Martuzzi M, Comba P, et al. Ecological studies of cancer incidence in an area interested by dumping waste sites in Campania (Italy). *Ann Ist Super Sanita*. 2011;47(2):181-91. doi:10.4415/ANN_11_02_10.
- Benedetti M, Fazzo L, Buzzoni C, Comba P, Magnani C, Fusco M. Incidence of soft tissue sarcomas in an Italian area affected by illegal waste dumping sites. *Arch Environ Occup Health*. 2015;70(3):154-9. doi:10.1080/19338244.2013.845135.
- De Felip E, Bianchi F, Bove C, Cori L, D'Argenzio A, D'Orsi G, et al. Priority persistent contaminants in people dwelling in critical areas of Campania Region, Italy (SEBIOREC biomonitoring study). *Science of the Total Environment*. 2014;487:420-35. (<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv>). 2014.04.016.
- Esposito M, Cavallo S, Serpe FP, D'Ambrosio R, Gallo P, Colarusso G, et al. Levels and congener profiles of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans and dioxin-like polychlorinated biphenyls in cow's milk collected in Campania, Italy. *Chemosphere*. 2009;77:1212-6.
- Giovannini A, Rivezzi G, Carideo P, Ceci R, Diletti G, Ippoliti C, et al. Dioxins levels in breast milk of women living in Caserta and Naples: assessment of environmental risk factors. *Chemosphere*. 2014;94:76-84. doi:10.1016/j.chemosphere.2013.09.017.18.
- Musmeci L, Comba P, Fazzo L, Ziemacki G. Studi epidemiologici relativi al ciclo dei rifiuti nelle province di Napoli e Caserta. In: Salmaso S, Musmeci L, Luzzi P, Minelli G, Fazzo L, Masocco M. et al. (eds). Health profile of the Campania in relation to the problems of waste and environmental situation (2011). Roma, Istituto Superiore di Sanità 2015. Rapporti ISTISAN 15/26:80-92. (in Italian).
- Marsili D, Fazzo L, Iavarone I, Comba P. Communication plans in contaminated areas as prevention tools for informed policy. *Public Health Panorama*, submitted for this issue.
- Musmeci L, Comba P, Fazzo L, Iavarone I, Salmaso S, Conti S, et al. Mortality, hospitalization and cancer incidence in the "Land of Fires" in Campania (report required by the Law 6/2014). Rome, Istituto Superiore di Sanità. 2015; Rapporti ISTISAN 15/27 (in Italian).

Политика и практика

ОПАСНЫЕ ОТХОДЫ: ПРОБЛЕМА ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Lucia Fazzo¹, Fabrizio Bianchi², David Carpenter³, Marco Martuzzi⁴, Pietro Comba¹

¹ Департамент по охране окружающей среды и здоровья, отдел экологической эпидемиологии, Istituto Superiore di Sanità, Рим, Италия

² Институт клинической физиологии, отдел экологической эпидемиологии и реестров заболеваний, Национальный исследовательский совет, Пиза, Италия

³ Институт по проблемам здравоохранения и окружающей среды, Университет штата Нью-Йорк в Олбани, Ренселлере, штат Нью-Йорк, США

⁴ Европейское региональное бюро Всемирной организации здравоохранения, Центр по окружающей среде и охране здоровья, Бонн, Германия

Автор, отвечающий за переписку: Lucia Fazzo (адрес электронной почты: lucia.fazzo@iss.it)

АННОТАЦИЯ

Исходные данные: Проблемы утилизации и переработки опасных отходов актуальны во всем мире. Несмотря на трудности в оценке эпидемиологических исследований, некоторые наблюдения за воздействием этих отходов на здоровье, сформировавшиеся в результате этих исследований, в определенной степени могут быть применимы и в других контекстах.

Местный контекст: На примере ситуации с незаконным сбросом опасных отходов в Италии рассматривается роль эпидемиологических исследований в приня-

тии решений в области общественного здравоохранения.

Подход: Это исследование, касающееся итальянской «Земли пожаров», предлагает основу для интеграции научных и доказательно-обоснованных мероприятий в области общественного здравоохранения и определяет приоритеты для дальнейших исследований.

Необходимые изменения: Требуются дополнительные исследования для оценки негативного влияния опасных отходов на здоровье людей, проживающих вблизи от участков

их сброса, и влияния химических веществ, загрязняющих воздух. Также остро необходима разработка мероприятий по борьбе с незаконной и ненадлежащей утилизацией отходов, по восстановлению окружающей среды в регионах, пострадавших от загрязнений, и по организации лечебно-профилактической помощи для местного населения.

Извлеченные уроки: Целесообразно укреплять сотрудничество по данному вопросу между учреждениями общественного здравоохранения государств – членов Европейского региона ВОЗ.

Ключевые слова: ОПАСНЫЕ ОТХОДЫ, ЗАГРЯЗНЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ, ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЕ, ПОЛИТИКА

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Во всем мире сталкиваются с проблемами утилизации и переработки опасных отходов, которые загрязняют окружающую среду и негативно влияют на здоровье населения, проживающего вблизи от мест их сброса. Проблема опасных отходов рассматривается в рамках Европейского процесса «Окружающая среда и здоровье» и будет обсуждаться в ходе Шестой министерской конференции по окружающей среде и охране здоровья в Европейском регионе Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) (1).

В 1684 зонах в США, включенных в настоящее время или ранее в Национальный приоритетный список (NPL) Агентства по охране окружающей среды США (EPA), основными видами деятельности (31,5%), обуславливающими экологические проблемы, являются хранение, обработка и утилизация отходов, затем следует производственная и промышленная деятельность (2). По данным, представленным в 2011 г. 33 странами Европы, загрязнению почвы и подземных вод в наибольшей степени способствовала утилизация муниципальных и промышленных отходов (около 38% всех загрязненных территорий); на втором месте – индустриальная и коммерческая



деятельность (3). Такие данные в меньшей степени имеются в странах со средним и низким уровнем доходов. Согласно оценкам, в семи азиатских странах насчитывалось 679 зон, зараженных опасными отходами (4). Недавно проблема опасных отходов была названа одним из трех основных факторов экологического риска для здоровья населения Африки, где в настоящее время наблюдается рост распространности неинфекционных заболеваний, включая онкологические (5).

Воздействие опасных отходов на здоровье, особенно в результате незаконного или неконтролируемого их сброса, на сегодняшний день мало изучено. Эта тема рассматривается лишь в нескольких обзорах (6-8). Трудности, связанные с выявлением подвергшихся воздействию групп населения, отбором результатов, контролем разных переменных и в особенности с оценкой воздействия сложных, а зачастую и весьма разнородных «коктейлей» из вредных химикатов, обычно ограничивают возможности эпидемиологических исследований в этой области.

Несмотря на указанные трудности, представляется, что ряд наблюдений, сформировавшихся в результате этих исследований, в определенной степени может быть применим и в других контекстах. В число таких наблюдений входит увеличение распространенности некоторых видов рака (рак желудка, печени, легких, мочевого пузыря; лейкемия), врожденных пороков развития, репродуктивных проблем и астмы, как представлено в вышеупомянутом докладе ВОЗ по вопросу отходов и здоровья человека (1). Эти наблюдения отражены в материалах исследований, проведенных в разных странах мира, в частности, в Европе, США и некоторых странах с низким уровнем дохода. В последних также изучались тяжелые последствия незаконного сброса отходов из промышленно развитых стран.

Цель данной работы – изучить ситуацию в Кампании (Campania – административная область Италии), где с конца 1980-х годов незаконно осуществлялся сброс или сжигание отходов, свозимых сюда из различных областей страны. Авторы уверены, что эта тема вызовет большой интерес, поскольку ненадлежащие практики в области регулирования обращения с отходами широко распро-

странены в мире, в основном в регионах с низким социально-экономическим статусом населения. Особое внимание будет уделено роли эпидемиологических исследований в получении оценочных данных о воздействии опасных отходов на здоровье людей, проживающих в районах их сброса, и о влиянии отходов на процессы принятия решений в области общественного здравоохранения за последние десять лет.

МЕСТНЫЙ КОНТЕКСТ

В период с середины и до конца 1990-х годов правительство Италии объявило о чрезвычайной экологической ситуации, связанной с утилизацией отходов в области Кампания. Затем в 1998 г. 77 муниципалитетов данной области были объявлены зараженной зоной ('Litorale Domizio Flegreo e Agro Aversano') и включены в перечень территорий, требующих приоритетного реагирования.

Кампания – административная область на юге Италии, столица – Неаполь. На протяжении нескольких десятилетий здесь имело место ненадлежащее регулирование в области обращения с отходами, что в основном было обусловлено недостаточной переработкой вторсырья, исчерпанием ресурсов мусорных полигонов и отсутствием мусоросжигательных печей. В этой ситуации криминальные структуры стали незаконно ввозить в сельские районы опасные отходы, произведенные промышленными предприятиями, в основном из северных областей Италии, и здесь их сжигать. Такая практика существовала только в двух провинциях – Неаполь и Казерта и не распространялась по всей области.

После появления информации о незаконном обороте и сбросе опасных промышленных отходов криминальными структурами экологические организации признали факт существования риска для здоровья местных жителей, проживающих в указанных провинциях. Специалисты Национального института общественного здравоохранения Италии (НИОЗ; Istituto Superiore di Sanità – ISS) и Института клинической физиологии Национального исследовательского совета Италии (НИС) в сотрудничестве с областными учреждениями по охране экологии и здоровья и представителями приро-

доохранной организации провели в области Кампания первое эпидемиологическое исследование. Это исследование проводилось на базе трех муниципалитетов, в которых наблюдалось высокое сосредоточение участков сброса отходов. Были выявлены повышенные уровни смертности от определенных заболеваний по сравнению со средними ее показателями по региону (9). Результаты исследования были опубликованы в рецензируемом журнале Итальянской ассоциации эпидемиологии, и в ходе специальной встречи население и местное правительство ознакомились с ними. Таким образом, была повышена осведомленность заинтересованных лиц, включая представителей национальных и местных ассоциаций и политических ведомств, о возможном воздействии на здоровье неконтролируемого и незаконного сброса и сжигания опасных отходов.

ПОДХОД

В двух провинциях области Кампания – Неаполь и Казерта – проведен ряд эпидемиологических исследований.

Начиная с 2004 г. Европейский центр ВОЗ по окружающей среде и охране здоровья и Институт клинической физиологии НИС в тесном сотрудничестве с НИОЗ проводили анализ смертности от конкретных причин и изучали распространение врожденных аномалий в 196 муниципалитетах провинций Неаполь и Казерта.

В ходе первого исследования (10) было выявлено большое число муниципалитетов с повышенными показателями смертности населения от новообразований в легких, печени, желудке, почках и мочевом пузыре в период с 1994 по 2001 г., а также широкое распространение врожденных аномалий сердечно-сосудистой и урогенитальной систем и конечностей в период с 1996 по 2002 г. Эти кластеры муниципалитетов были сосредоточены в тех районах, где выявлено наибольшее число мест сброса опасных отходов.

Для каждого из 196 муниципалитетов провинций Неаполь и Казерта был установлен показатель экологической напряженности из-за опасных отходов,

который рассчитывался с учетом характеристик сбрасываемых отходов и участков их сброса (11).

В последующем корреляционном исследовании (12) на муниципальном уровне была изучена связь между индикатором экологической напряженности и несколькими показателями здоровья населения с учетом его социально-экономического статуса. Выявлена четкая тенденция к увеличению показателей смертности от всех причин; всех видов рака; смертности от рака печени, легких и желудка; врожденных пороков развития нервной системы и урогенитального тракта. И даже если причинно-следственная связь указанных корреляций не была доказана полностью, была признана безотлагательная необходимость в организации мероприятий по снижению риска воздействия опасных отходов на здоровье людей.

Дальнейшие исследования, проведенные в сотрудничестве с Регистратурой онкологических заболеваний Администрации здравоохранения провинции Неаполь, подтвердили связь между проживанием в зоне сброса опасных отходов и раком яичка (13), тогда как по заболеваемости саркомой мягких тканей результаты оказались противоречивыми (14).

По запросу региональных органов здравоохранения области Кампания силами НИОЗ и НИС был осуществлен проект биомониторинга SEBIOREC, в ходе которого определяли уровни хлорсодержащих веществ и тяжелых металлов в биологических жидкостях людей, проживающих в указанных провинциях (15). Были отобраны доноры из трех районов, характеризующихся повышенным, средним и низким уровнем экологической напряженности из-за сброса и сжигания отходов; при этом район с низким уровнем экологической напряженности использовали в качестве контрольного. Исследовались пробы крови и материнского молока, объединенные в зависимости от близости проживания доноров к участку сброса отходов. В результате не было выявлено аномальных концентраций тяжелых металлов (мышьяка, кадмия, ртути и свинца) или галогенизированных соединений; также не было установлено превышения коэффициента общей эквивалентной токсичности для диоксинов или диоксиподобных соединений и недииоксиноподобных полихлорбифенилов. Несколько муниципалитетов

были отмечены как потенциально требующие разработки ответных вмешательств по охране здоровья из-за повышенных значений биомаркеров в анализах крови населения.

Биомониторинг некоторых индивидуальных проб показал высокий уровень диоксиноподобных соединений в молоке коров, выращиваемых на фермах в ряде районов провинции Казерта (16), и в молоке первородящих матерей, принявших участие в биомониторинговом исследовании в провинциях Неаполь и Казерта (17).

Помимо этого на нескольких типичных городских участках незаконного сброса опасных отходов были проведены отдельные экологические исследования. Например, на одном участке площадью около 59 000 квадратных метров, который ранее использовался в качестве карьера, обнаружен приблизительно 1 млн кубических метров твердых бытовых и опасных отходов. В этом месте почва была загрязнена мышьяком, тяжелыми металлами и органическими химикатами, а в подземных водах были найдены ртуть, фториды, углеводороды, 1,2-дихлорпропан, трихлорэтилен и тетрахлорэтилен. Анализ выбросов и отложений выявил повышенные уровни бензола (18).

НЕОБХОДИМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Публикация в рецензируемых журналах результатов эпидемиологических исследований, касающихся опасных отходов и здоровья в области Кампания, и контакты с местными заинтересованными лицами и населением (19) помогли повысить уровень их информированности об имеющейся проблеме. Этой проблеме были посвящены не только научные исследования, но и репортажи в прессе, книги, фильмы и сериалы (см., например, «Гоморра» Роберто Савиано).

В 2014 г. Парламент Италии принял Акт (№ 6 от 6 февраля 2014 г.), содержащий новые предписания для 55 муниципалитетов провинций Неаполь и Казерта, названных «Землей пожаров» из-за распространенной в этих местах практики незаконного сжигания твердых бытовых и опасных отходов.

Основные положения Акта о «Земле пожаров» касались необходимости проведения экологических очистных работ на основе результатов широкомасштабного экологического мониторинга, направленного в особенности на выявление территорий, где наблюдались случаи загрязнения пищевой цепочки.

Согласно этому Акту НИОЗ должен своевременно предоставлять эпидемиологическую отчетность по муниципалитетам, отнесенным к «Земле пожаров». Результаты данного исследования были незамедлительно сообщены Министерству здравоохранения Италии и администрации области Кампания, а также выложены в открытом доступе на сайте НИОЗ, как того требует законодательство.

В результате этого эпидемиологического исследования было выявлено, что среди проживающего в этой области населения, наблюдаются повышенные уровни смертности, повышенные показатели заболеваемости раком и госпитализации в связи с рядом заболеваний, имеющих многофакторную этиологию. Среди подтвержденных или предполагаемых факторов риска – воздействие загрязняющих веществ, попавших в окружающую среду в результате неконтролируемого сброса и сжигания бытовых и опасных отходов. Авторы отметили ряд критических аспектов в отношении здоровья детей: повышенный показатель госпитализации, обусловленной всеми видами рака на первом году жизни, а также из-за рака мозга на первом году жизни и в возрастной группе от 0 до 14 лет. Анализ, проведенный на муниципальном уровне, выявил ряд районов, где в связи с определенными наблюдениями необходимо срочно провести дальнейшие более углубленные исследования (20).

В связи с этими заключениями НИОЗ должен был рекомендовать всем людям, проживающим на территориях, отнесенных к «Земле пожаров», пройти медицинское обследование, предоставляемое им администрацией области Кампания бесплатно. Работа проводилась при соблюдении двух условий: скрининг населения должен проводиться только при наличии тестов, обладающих высокой чувствительностью, специфичностью и прогностической ценностью; не рекомендуется использовать тесты без доказанной эффективности применения.

Для заболеваний, которые имеют выявленную или предполагаемую этиологическую связь с веществами, выбрасываемыми в окружающую среду в местах сброса отходов, и для которых выявлен повышенный уровень распространенности в обследуемом районе (рак желудка, печени, легких, мочевого пузыря, поджелудочной железы, гортани и печени, а также неходжкинская лимфома), было предложено разработать и внедрить соответствующие программы по охране здоровья, основанные на национальных и международных руководствах с использованием индикаторов процесса и результата.

Помимо этого обращено внимание на необходимость проведения ряда лечебно-профилактических мероприятий, рекомендованных международными и национальными органами здравоохранения. Среди них: скрининговые обследования на рак молочной железы, толстого кишечника и прямой кишки (в настоящее время они очень редко проводятся в изучаемых районах); обследование лиц в возрасте 40 лет и старше для выявления угрозы острого инфаркта миокарда; фармакологическая терапия, определенная Национальным агентством Италии по регулированию лекарственных средств (AIFA) для лечения сердечно-сосудистых заболеваний; применение руководств по ведению физиологической беременности (в том числе назначение фолиевой кислоты) и ведение на базе специализированных центров эпидемиологического надзора в области детской онкологии в целях защиты здоровья матери и ребенка (20).

В отсутствие специальных или хотя бы пилотных исследований по этой проблеме сложно говорить о каких-либо достоверных выводах касательно влияния результатов вышеупомянутых эпидемиологических исследований на восприятие рисков в районах, отнесенных к «Земле пожаров». Тем не менее некоторое воздействие все же можно отметить.

В начале 2000-х годов, когда каких-либо научно обоснованных данных по этому вопросу еще не было, противоречивая информация о возможном влиянии соседства с опасными отходами на здоровье населения, распространяемая органами здравоохранения, исследователями и политическими деятелями, стала причиной роста замешательства и обеспокоенности в обществе. В этой ситуации экологические организации и судебные органы активизировали

свою работу с целью выявить реальные масштабы этой проблемы.

В настоящее время доступность результатов эпидемиологических исследований, а также результатов биомониторинга и картирования участков незаконного сброса опасных отходов (18) помогла создать значительный объем общедоступных знаний, на основе которых должна быть проведена самая современная и тщательная оценка ситуации, которая ляжет основу принятия научно обоснованных решений. Несмотря на отсутствие окончательной оценки воздействия на здоровье неконтролируемого сброса и сжигания отходов, все же уже накоплена определенная информационная база и снижена степень неопределенности. Сегодняшняя дискуссия в определенном смысле уже ведется не столько на идеологическом, сколько на фактологическом уровне, однако многое еще предстоит сделать.

ИЗВЛЕЧЕННЫЕ УРОКИ

Первый урок касается необходимости принятия государственных мер политики в отношении незаконного сброса опасных отходов. Они должны включать жесткие меры со стороны судебных властей по пресечению незаконного оборота опасных отходов, а также профилактические меры, предпринимаемые административными властями. В отдельных регионах промышленно развитых стран и в странах со средним и низким уровнями доходов, где до сих пор не регулируется обращение с опасными отходами, следует внедрять самые передовые практики в этой области. Помимо этого следует проводить систематическое картирование участков сброса отходов вместе с мероприятиями по экологическому мониторингу почвы, мелких водоемов и поверхностных вод, воздуха и пищевой цепочки. Необходимы усилия по оздоровлению окружающей среды в соответствии с научно обоснованными приоритетами, нацеленными на минимизацию рисков для здоровья. Также требуется разработать и внедрить планы взаимодействия с населением, проживающим в опасных районах, разработчиками политики, руководством местных органов здравоохранения и охраны окружающей среды, общественными организациями и медицинскими специалистами.

Второй урок связан с потребностью в эпидемиологических исследованиях по тем вопросам, по которым необходимого количества данных пока не накоплено. Существует острая потребность в дополнительном изучении негативных последствий для здоровья людей, проживающих вблизи от мест сброса опасных отходов. В большинстве из них присутствует целая смесь химических веществ, каждое из которых может совершенно по-разному влиять на здоровье человека. Поскольку доказано, что различные химикаты влияют на уровень распространенности множества различных заболеваний, важно изучить многочисленные патологические исходы, связанные как с болезнями развития (врожденные пороки развития, масса тела при рождении, гибель плода, умственное и физическое развитие), так и с болезнями взрослых (инфекции, рак, диабет, сердечно-сосудистые заболевания, болезни печени и почек; воздействие на эндокринную и репродуктивную функцию). Важно сравнить показатели здоровья групп населения, подвергавшихся и не подвергавшихся воздействию опасных отходов, с максимальным учетом таких факторов, как возраст, пол, социально-экономический статус, расовая и этническая принадлежность, а также поведенческих практик, таких как курение и употребление алкоголя. Учитывая существование огромного перечня опасных химических веществ, которые потенциально могут загрязнять окружающую среду, получить информацию об их точном содержании в организме человека очень сложно, хотя в ряде случаев можно определить содержание одного или нескольких токсичных веществ в сыворотке крови или моче. Более реалистичными зачастую представляются экологические исследования, когда структура заболеваемости населения, проживающего вблизи от мест утилизации опасных отходов, сравнивается с соответствующими показателями здоровья населения, проживающего вдали от этих мест. И хотя экологические исследования имеют ряд ограничений, они предоставляют хороший материал для разработки гипотез, которые позволят улучшить исследовательскую работу на индивидуальном уровне с более точной оценкой воздействия, базирующейся на анализе содержания отдельных химических веществ в сыворотке крови или на определении уровня их метаболитов в моче.

Люди, проживающие вблизи от мест сброса опасных отходов, могут подвергаться воздействию опасных

субстанций, которые могут попасть в организм через пищу и воду, респираторным путем или при их всасывании через кожу. И хотя действие химических веществ на человека может быть связано с заражением овощей с садового участка, домашнего скота или питьевой воды, основным путем воздействия, по всей вероятности, является вдыхание загрязненного воздуха. Также необходимо провести серьезные исследования для изучения воздействия химических веществ, выделяемых в местах сброса опасных отходов, на животных и выработать соответствующие механизмы контроля. Кроме того, следует провести обследования животных, содержащихся в клетках вблизи от мест сброса опасных отходов, в сравнении с животными, находящимися на контрольных территориях, особенно в тех регионах, где основным путем попадания загрязняющих веществ в живой организм является вдыхание воздуха.

Кроме того, очень важно определять содержание химических веществ в воздухе в местах сброса опасных отходов. Если в воздухе содержатся летучие или труднолетучие химические соединения, местные жители будут постоянно дышать ими, а также эти соединения будут всасываться в их легкие. Подобный анализ позволит провести оценку воздействия вредных веществ, которую сложнее осуществить на основании результатов анализа биологических жидкостей человека.

Третий урок касается опыта, полученного при изучении ситуации, связанной с итальянской «Землей пожаров», и переноса этого опыта на другие страны Европейского региона ВОЗ, которые могут сталкиваться с похожими проблемами. Проблемы, связанные с неконтролируемой или незаконной утилизацией опасных отходов, обсуждались на совещаниях ВОЗ по проблеме отходов и здоровья, состоявшихся в ноябре 2015 г. (по ее результатам был подготовлен вышеупомянутый доклад (1)) и в октябре 2016 г. В рамках этих совещаний обращалось внимание на возрастание тенденции к перемещению опасных отходов в те регионы, где в области охраны окружающей среды действуют менее жесткие стандарты, в результате чего на глобальном уровне усиливается экологическое неравенство. Подобная ситуация сложилась внутри Италии, на уровне различных областей, однако такая ситуация может иметь место и в других странах Европы и за ее пределами. Для

сохранения качества окружающей среды и предупреждения негативных воздействий на здоровье необходима мощная европейская сеть сотрудничества, в которую бы вошли учреждения общественного здравоохранения и исследовательские организации, которые разделяли бы общее видение данной проблемы и использовали согласованные подходы для ее решения.

Выражение признательности: не указано.

Источники финансирования: не указаны.

Конфликт интересов: не заявлен.

Ограничение ответственности: авторы несут самостоятельную ответственность за мнения, выраженные в данной публикации, которые не обязательно представляют решения или политику Всемирной организации здравоохранения.

БИБЛИОГРАФИЯ

- World Health Organization. Waste and human health: evidence and needs. WHO Meeting Report: 5-6 November 2015. Bonn, Germany. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2016. (http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/317226/Waste-human-health-Evidence-needs-mtg-report.pdf?ua=1, по состоянию на 16 марта 2017 г.).
- Pohl HR, Tarkowski S, Buczynska A, Fay M, De Rosa CT. Chemical exposures at hazardous waste sites: experiences from the United States and Poland. *Environ Tox and Pharmacology*. 2008;25:283-91. doi:10.1016/j.etap.2007.12.005.
- Van Liedekerke M, Prokop G, Rabl-Berger S, Kibblewhite M, Louwagie G. JRC Reference Reports. Progress in the management of Contaminated Sites in Europe. Joint Research Centre. European Commission. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2014. doi:10.2788/4658.
- Caravanos J, Chatham-Stephens K, Bret E, Landrigan PJ, Fuller R. The burden of disease from pediatric lead exposure at hazardous waste sites in 7 Asian countries. *Environ Research*. 2013;120:119-25. doi:10.1016/j.envres.2012.06.006.
- McCormack VA, Schuz J. Africa's growing cancer burden: environmental and occupational contribution. *Cancer Epid*. 2012;36:1-7. doi:10.1016/j.canep.2011.09.005.
- Vrijheid M. Health effects of residence near hazardous waste landfill sites: a review of epidemiologic literature. *Environ Health Perspect*. 2000;108[suppl 1]:101-12.
- Russi MR, Jonathan BB, Cullen MR. An examination of cancer epidemiology studies among populations living close to toxic waste sites. *Environmental Health*. 2008;7:32. doi:10.1186/1476-069X-7-32.
- Fazzo L, Minichilli F, Santoro M, Ceccarini A, Della Seta M, F. Bianchi, et al. Hazardous waste and health impact: a systematic review of the scientific literature. *Environ Health*, submitted.
- Altavista P, Belli S, Bianchi F, Binazzi A, Comba P, Del Giudice R, et al. Cause specific mortality in a district of Campania Region with a high number of waste dump sites. *Epidemiol Prev*. 2004;28(6):311-21 [на итальянском языке].
- Fazzo L, Belli S, Minichilli F, Mitis F, Santoro M, Martina L, et al. Cluster analysis of mortality and malformations in the Provinces of Naples and Caserta (Campania Region). *Ann Ist Super Sanita*. 2008;44(1):99-111.
- Musmeci L, Bellino M, Cicero MR, Falleni F, Piccardi A, Trinca S. The impact measure of solid waste management on health: the hazard index. *Ann Ist Super Sanità*. 2010;46(3):293-8. doi:10.4415/ANN_10_03_12.
- Martuzzi M, Mitis F, Bianchi F, Minichilli F, Comba P, Fazzo L. Cancer mortality and congenital anomalies in a region of Italy with intense environmental pressure due to waste. *Occup Environ Med*. 2009;66:725-32. doi:10.1136/oem.2008.044115.
- Fazzo L, De Santis M, Mitis F, Benedetti M, Martuzzi M, Comba P, et al. Ecological studies of cancer incidence in an area interested by dumping waste sites in Campania (Italy). *Ann Ist Super Sanita*. 2011;47(2):181-91. doi:10.4415/ANN_11_02_10.
- Benedetti M, Fazzo L, Buzzoni C, Comba P, Magnani C, Fusco M. Incidence of soft tissue sarcomas in an Italian area affected by illegal waste dumping sites. *Arch Environ Occup Health*. 2015;70(3):154-9. doi:10.1080/19338244.2013.845135.
- De Felip E, Bianchi F, Bove C, Cori L, D'Argenzio A, D'Orsi G, et al. Priority persistent contaminants in people dwelling in critical areas of Campania Region, Italy (SEBIOREC biomonitoring study). *Science of the Total Environment*. 2014;487:420-35. (<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv>). 2014.04.016.
- Esposito M, Cavallo S, Serpe FP, D'Ambrosio R, Gallo P, Colarusso G, et al. Levels and congener profiles of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans and dioxin-like polychlorinated biphenyls in cow's milk collected in Campania, Italy. *Chemosphere*. 2009;77:1212-6.

17. Giovannini A, Rivezzi G, Carideo P, Ceci R, Diletti G, Ippoliti C, et al. Dioxins levels in breast milk of women living in Caserta and Naples: assessment of environmental risk factors. *Chemosphere*. 2014;94:76-84. doi:10.1016/j.chemosphere.2013.09.017.18.
18. Musmeci L, Comba P, Fazzo L, Ziemacki G. Studi epidemiologici relativi al ciclo dei rifiuti nelle province di Napoli e Caserta. In: Salmaso S, Musmeci L, Luzi P, Minelli G, Fazzo L, Masocco M. et al. (eds). *Health profile of the Campania in relation to the problems of waste and environmental situation (2011)*. Roma, Istituto Superiore di Sanità 2015. *Rapporti ISTISAN 15/26:80-92* [на итальянском языке].
19. Marsili D, Fazzo L, Iavarone I, Comba P. Communication plans in contaminated areas as prevention tools for informed policy. *Public Health Panorama*, submitted for this issue.
20. Musmeci L, Comba P, Fazzo L, Iavarone I, Salmaso S, Conti S, et al. Mortality, hospitalization and cancer incidence in the "Land of Fires" in Campania (report required by the Law 6/2014). Rome, Istituto Superiore di Sanità. 2015; *Rapporti ISTISAN 15/27* [на итальянском языке].

Policy and practice

COMMUNICATION PLANS IN CONTAMINATED AREAS AS PREVENTION TOOLS FOR INFORMED POLICY

Daniela Marsili¹, Lucia Fazzo¹, Ivano Iavarone¹, Pietro Comba¹

¹ Department of Environmental Health, Istituto Superiore di Sanità, Rome, Italy

Corresponding author: Daniela Marsili (email: daniela.marsili@iss.it)

ABSTRACT

Introduction: Communicating about environmental health is an important commitment for the scientific community involved in studying contaminated sites. In the last decade, international and national organizations in the WHO European Region have proposed theoretical approaches and practices for adopting effective communication strategies in contaminated areas.

Methods: The aim of this paper is to propose communication plans as a tool for fostering mid- and long-term prevention actions in local contexts affected by natural and man-made contamination from industrial and agricultural production and waste management. Sharing responsibilities for strengthening social capacity building requires the effective commitment of relevant stakeholders in the communication process: experiences in two

contaminated areas in Italy are presented here as examples.

Conclusion: Lessons learnt from experiences with contaminated areas in Italy and elsewhere in Europe emphasize the need to adopt effective communication plans for engaging different stakeholders in the decision-making process, defining roles, and sharing responsibilities to foster informed policy and prevention initiatives.

Keywords: COMMUNICATION, CONTAMINATED AREAS, ENVIRONMENT AND PUBLIC HEALTH, PREVENTION, INFORMED POLICY

BACKGROUND

Scientific progress in understanding the health effects of exposure to hazardous environmental contamination in the WHO European Region is well documented. However, differences exist in the levels of scientific evidence as well as in the adopted regulation for environmental remediation among countries. These scientific outcomes and related public health recommendations are essential for developing and adopting prevention initiatives that rely on epidemiological studies and risk assessment procedures, at the national and regional levels. Epidemiological studies on health impacts – caused by natural and man-made contamination from industrial and agricultural production and waste management, as well as from a combination of contamination sources in different areas of the WHO European Region – have been increasing public awareness about the necessity to undertake related communication

initiatives. This applies directly to affected communities, as well as to society in general, to ensure an environmental justice-driven approach (1).

Communication on environmental risks and health impacts is recognized as an important commitment for the scientific community involved in studying contaminated sites. In particular, this communication can play an essential role in favoring the development of a network of relations among the scientific community, local decision-makers and representatives from civil society, thus fostering the adoption of environmental health prevention at the local level. Perceiving environmental and health risks in contaminated sites helps to increase the effectiveness of health prevention and environmental remediation actions. Communication should rely on the adoption of ethical principles (2), the recognition of the different roles and responsibilities between scientists and local stakeholders, transparency, and shared engagement

strategies. In this context, particular attention should be given to social vulnerability including issues of environmental justice and inequities: disadvantaged people often live in polluted areas near industrial and waste dumping sites, with poor quality housing, limited access to green space, and a higher prevalence of lifestyle and occupational risk factors (3).

Communication about the health impacts of exposure to hazardous substances on vulnerable population groups – especially children, pregnant women, the elderly and socioeconomically disadvantaged groups most likely affected by environmental contamination in the areas where they reside (4, 5) – must be associated with communication about exposure routes and an understanding about how the entire community perceives and reacts to environmental health risks (6-8).

In the last decade, international organizations, such as the WHO, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), International Society for Environmental Epidemiology (ISEE), and Environmental Protection Agency (EPA), have proposed theoretical and practical approaches for adopting communication strategies in contaminated areas (2, 9, 10; see also EPA website: <https://www.epa.gov/children/what-you-can-do-protect-children-environmental-risks>). A particular role in this framework was played by the National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS), an institution that soon realized the importance of community-based research for understanding and mitigating health impacts. A core concept was that most communities affected by chemical accidents have the inherent capacity to be resilient and these latent capacities can be activated through social support (11).

The promotion of public health in contaminated areas is a central theme in the long-standing, collaborative work between the Istituto Superiore di Sanità (ISS, the National Institute of Health in Italy) and WHO (9, 12, 13). Building on these experiences, the European Cooperation in Science and Technology (COST) Action on an Industrially Contaminated Sites and Health Network (ICSHNet) was launched in 2015 (http://www.cost.eu/COST_Actions/isch/Actions/IS1408 and <http://www.icshnet.eu>). Its primary goal is to establish and consolidate an international network of experts and institutions, and to develop a common framework for research and response on environmental health

issues related to industrially contaminated sites. Communication is regarded by the COST Action as a major component of this strategy, together with a dissemination plan of the Action's outcomes targeted at all relevant stakeholders, including resident populations. The ICSHNet, currently involving WHO, EU and EC bodies, as well as many public health institutions from 33 countries belonging to the WHO European Region, is expected to: identify research needs and priorities across Europe; produce guidelines on how to characterize and manage health issues in industrially contaminated sites; and contribute to better understanding how scientific findings can be transferred to the policy-making process.

In Italy, the ongoing SENTIERI Project (Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio) is aimed at the epidemiological surveillance of populations residing in Italian national priority contaminated sites (14), as well as at fostering scientific investigations including ad hoc communication and dissemination activities (15, 16).

The aim of this paper is to propose communication plans as a tool for the effective transfer of scientific evidence to local stakeholders in contaminated areas, and to foster prevention actions by reducing vulnerability and increasing social capacity building. The goal is to propose recommendations to national and local policy-makers for adopting communication plans in areas affected by natural and man-made contamination.

LOCAL CONTEXT

Populations living in areas affected by environmental stressors, related to natural or man-made contamination, suffer health impacts that are also associated with vulnerability and poor social capacity building. In this context, it is particularly important for the researchers to acquire essential knowledge about the physical, socioeconomic and cultural aspects of environmental risk and health impacts (17). This allows for the implementation of integrated approaches that can address the multi-dimensionality of vulnerability including: residence in hazardous areas, the socioeconomic condition of populations living and working in contaminated areas, and the risk

perception and preparedness of residents to address health impacts characterized by environmental hazards.

Supporting local stakeholders and the general population in the process of interpreting their own risk perception, and their awareness of environmental stressors in their local context, allows for the creation of a participatory process and the strengthening of mutual relationships aimed at reducing threats to environmental health (6). Their effective engagement contributes to increasing social capacity building as an indispensable factor for improving community resilience. In this perspective, effective communication plans play an important role in improving the awareness, preparedness and responsibility of all local stakeholders.

An example of this is the municipality of Biancavilla, located on the slopes of Etna volcano in Sicily, where an excess of mesothelioma mortality and incidence was reported in several studies, and it was consistently shown that the disease occurred in the absence of asbestos exposure. The causal agent was then identified in a previously unknown asbestiform fibre that was eventually named "fluoro-edenite", present in soils and in a quarry from which building materials were produced (18). The first communication plan was concurrent with the detection of the fibre – although it had not yet been characterized in mineralogical terms, its health impact was clear. Emphasis was given to the need to realize a major environmental clean-up and, in the meantime, to recommend a set of behaviours aimed at minimizing outdoor and indoor exposure to the fibre. These recommendations were presented by the mayor of Biancavilla, together with ISS, in 2001 (19). In 2002, a major environmental clean-up process was implemented after Biancavilla was declared a National Priority Contaminated Site, and clean-up operations continued in the subsequent years. In 2014, fluoro-edenite was classified by the International Agency for Research on Cancer (IARC) as a human carcinogen – an evaluation which prompted a set of prevention and health promotion activities. A new communication plan was produced in this frame, with specific sections devoted to local health authorities, local administrations, media and the school system (20).

Another example is an area in the Campania Region, near Naples, characterized by the widespread presence

of uncontrolled and illegal urban and industrial waste dumping sites, recently known at the national and international level as the "Land of Fires" because of the practice of burning toxic waste (21).

The environmental emergency connected to waste management in this Italian region has been ongoing since the mid- to late-1990s, when the national government identified the area – including 77 municipalities within the Naples and Caserta provinces – as a National Priority Contaminated Site. The local context was characterized by some issues that the communication process had to take into consideration: (i) the large extent of the territory; (ii) the high number of residents (about two million); (iii) the uncertainties concerning the causal relationship between hazardous waste and adverse health effects; (iv) the inconsistency of the messages delivered by scientific experts on the above-mentioned causal relationship; (v) the illegal practices adopted for decades that led the population to distrust public institutions.

ISS performed the first epidemiological study, in collaboration with a local environmental association, that revealed, for the first time, the illegal waste dumping practices carried out by the crime organization, "Camorra". An ability to listen and respect each other's respective roles characterized this collaboration: the association gave information about the location of illegal waste sites, and the researchers provided the results of the health status of the population in a peer-reviewed Italian journal, which helped the association to advocate for a science-based policy. The study findings were presented to the population in an ad hoc public meeting in the investigated area. Since then, the awareness of the threat and risk perception of the environmental and health impact of hazardous waste dumping have increased. This was further supported through the availability of judiciary documents revealing the economic interests involved in the illegal trafficking and dumping of toxic wastes from industries in Italy's northern regions.

In 2014, the Italian Parliament adopted an ad hoc Act (Law n. 6, 6 February 2014) that dealt mainly with environmental monitoring and a food chain safety assessment in the "Land of Fires". The Act also required ISS to update, in collaboration with local health authorities, the assessment of the population health status and to foster prevention

and health promotion initiatives (the report is freely accessible on the ISS website: <http://www.iss.it/publ/index.php?lang=1&id=2897&tipo=5>). Currently, most stakeholders, including national and local environmental associations and local church representatives, have improved relationships with public health institutions. Important steps in this process have been:

1. Meetings with local health operators during the different phases of the studies.
2. Publication of the resulting reports in Italian language on free, accessible websites, followed by publications in national and international, scientific, peer-reviewed journals.
3. Communication of the research results, including discussions of their strengths and limitations, during public meetings with the population organized by local stakeholders.
4. Understanding the perception of risk among residents, making explicit the differences between self-reported case documentation and formal epidemiological studies; and respecting and recognizing their different roles.

APPROACH

A conceptual framework for building and implementing an effective communication plan includes the commitment of the scientific community involved in studying the affected area, and the engagement of decision-makers and civil society actors through the recognition of their different roles and responsibilities. Based on this conceptual framework, guidance for communication plans includes a methodological step-by-step process. Here, the proposed process consists of:

1. Identification of specific objectives of the communication plan.

The objective of a communication plan is to increase the awareness and preparedness of local stakeholders in the affected areas, to enable them to contribute to health risk prevention and environmental risk management in their living and

working environments. The communication plan must account for the specificities of environmental stressors and health impacts, as well as for characteristics of the socioeconomic context. Communication plans have a more general objective to contribute to social capacity building in a local context – meeting needs and channeling efforts for the well-being of the population and healthy environments.

2. Identification and involvement of local stakeholders.

In order to design a communication plan in a local context, a multi-disciplinary research group – including socioeconomic, health and environmental sciences – must acquire knowledge about the local context. This is done in order to identify the different roles and responsibilities of existing local actors, both institutional and expressed by civil society, as stakeholders in the affected area, including: local authorities, such as governmental authorities and health and environment local authorities; local environmental and health professionals and/or local research groups involved in environmental, health and social studies in the affected area; local associations and residents of the affected area; the school system; and local media.

3. Identification and development of communications tools for implementation in local contexts.

On the basis of international scientific literature on the social and environmental health aspects of communication in areas affected by environmental contamination, selected communication tools for information and dissemination activities must account for local social context and for the environmental health literacy of the different stakeholders in the affected area. Potential instruments to be used in communications plans include informative publications; technical reports for decision-makers; training and ad hoc technical documentation for health and environmental operators; video, oral or printed presentations of the findings of studies performed in the affected area; and interviews and questionnaires for evaluation activities. Events, such as ad hoc meetings, seminars, public meetings and video programs in the local media, can also be considered with regard

to their appropriateness to the local context, the various stakeholders and the objective.

4. Impact assessment of communication plans (methodology, tools and performed activities).

Communication plans have to envisage the impact assessment of the methodology, tools and activities performed in order to verify adaptability to, and effectiveness for, the local context. Appropriate qualitative and quantitative indicators collect local feedback to verify the: use of new knowledge; increase of awareness and responsibility; impact of actions by local authorities responsible for prevention interventions; and actions for ensuring the right to information and involvement of social actors. The impact assessment of a communication plan is also important for assessing how the effectiveness of activities justifies the plan's economic costs.

RELEVANT CHANGES

Following the above-mentioned methodological, step-by-step process, this section describes the actors involved in a communication plan. It focuses on the roles and contributions required to promote effective changes in creating a participatory approach for increasing community resilience to environmental risks and health impacts in contaminated areas.

- **Local authorities:** Increasing their awareness is a key element for empowerment and increased responsibility, and for promoting informed decision-making and policy-making related to both health prevention actions and environmental remediation actions. Their engagement also concerns the strengthening of a network with other local stakeholders, with particular attention and efforts aimed at addressing local social vulnerability.
- **Local environment and health operators:** A communication plan involves environmental and health professionals through ad hoc training in order to increase and update their knowledge about the: specificity of the environmental contamination; prevention of hazardous exposures in the living and working environments; and diagnostic and therapeutic interventions. Their required

engagement in a communication plan also takes into consideration their specific responsibility towards patients and residents of the affected area.

- **National or local research groups involved in environment, health, and social studies focused on the affected contaminated area:** Their involvement is required for the effective transfer of scientific evidence related to the environmental risks and health impacts of contamination. They have the role and responsibility to communicate both scientific evidence and uncertainty in lay language, accounting for the environmental health literacy of the local stakeholders. Their engagement in the network of local stakeholders is fundamental for fostering mutual trust.
- **Associations and residents:** A communication plan should envisage their engagement through a participative approach characterized by mutual listening and the exchange of information and experience between institutional and social actors. Their participation and involvement is aimed at improving awareness about collective health risks from environmental contamination, and appropriate, individual behaviours to reduce hazardous exposures.
- **School (teachers, students and parents):** A communication plan should also focus on the educational system according to the preparedness for environmental health of society in the affected area. Environmental health issues and risks, and the health impacts from specific contamination affecting the local context, should be included in annual educational programs, to improve the acquisition of new scientific knowledge by teachers and students. Communication activities may be extended from students to families, depending on their environmental health literacy.
- **Local media:** A communication plan envisages the involvement of radio, newspapers and local TV. Such media can play a role in disseminating information related to environmental health, in synergy with other stakeholders.

LESSONS LEARNT

The importance of a bi-directional communication plan, involving public health authorities and affected communities, is a key lesson learnt from scientific international literature and tested communication approaches in contaminated areas in Italy and elsewhere in Europe. Accordingly, we propose some recommendations aimed at strengthening the decision-making chain for adopting effective communication plans in contaminated areas as prevention tools for informed policy. The WHO Regional Office for Europe, WHO Collaborating Centre for Environmental Health in Contaminated Sites (http://apps.who.int/whocc/Detail.aspx?cc_ref=ITA-97&cc_ref=ita-97&), and national environmental and health authorities all have the authoritative role to foster this undertaking. Recommendations for different levels include:

- **International:** Consolidate interactions among the above-mentioned international and national organizations in the WHO European Region in order to collect and make available information on practices for communicating environmental risk and health impact in contaminated sites. Contribute to WHO efforts in identifying priorities on how to assess environmental health risks for fostering primary prevention interventions, to protect and promote public health in contaminated areas.
- **National:** Plan national initiatives to foster the adoption of communication plans in areas affected by major environmental contamination by sharing a communication plan prototype.
- **Local:** Promote the adoption of the communication plan prototype and its implementation, taking into account the specificity of the local context. In this perspective, the involvement of different stakeholders is important to build confidence in public institutions and awareness of the true magnitude of the threat. This process may thus contribute to identifying priorities for addressing environmental remediation actions and health prevention and promotion initiatives.

The impact and effectiveness of communication plans must be assessed in terms of their contribution to the adoption of informed policy for improving mid- and

long-term prevention and environmental remediation actions. The impact of an effective communication plan in a contaminated area can be measured by the increased resilience of the affected community and the reduction of its social vulnerability through the improvement of social capacity building.

The rationale inherent in the recommendations includes the notions of: both process and product communications; transparency; accountability; and dealing with uncertainty in order to avoid the generation of fear and indifference. These notions are currently being implemented at a few contaminated sites within the national epidemiological surveillance "SENTIERI" project (14) and may subsequently be transferred to a large number of additional sites. Assessment in the frame of European collaborative efforts may then be warranted.

Acknowledgements: None.

Sources of funding: None declared.

Conflicts of interest: None declared.

Disclaimer: The authors alone are responsible for the views expressed in this publication and they do not necessarily represent the decisions or policies of the World Health Organization.

REFERENCES

1. Mudu P, Terracini B, Martuzzi M. (Eds). Human health in areas with industrial contamination. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2014 (http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/264813/Human-Health-in-Areas-with-Industrial-Contamination-Eng.pdf?ua=1, accessed 20 March 2017).
2. Soskolne CL. Ethical aspects of epidemiological research in contaminated sites. *Ann Ist Super Sanita.* 2016;52(4):483-487. doi: 10.4415/ANN_16_04_04.
3. Martuzzi M, Mitis F, Forastiere F. Inequalities, inequities, environmental justice in waste management and health. *Eur J Public Health.* 2010;20(1):21-6. doi: 10.1093/eurpub/ckp216.
4. Publications on social inequalities in environment and health in the WHO European Region. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe [website]; (<http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/pages/social-inequalities-in-environment-and-health/publications-on-environment-and-health-in-the-european-region>, accessed 4 December 2016).

5. Improving environment and health in Europe: how far have we gotten? Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2016 (http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0018/276102/Improving-environment-health-europe-en.pdf?ua=1, accessed 4 December 2016).
6. Renn O. Concepts of risks: An Interdisciplinary review. Part 1: Disciplinary risks concepts. GAIA. 2008;17(1):50-66.
7. Renn O. Concepts of risks: an interdisciplinary review. Part 2: Integrative approaches. GAIA. 2008;17(1):196-204.
8. Kuhlicke C, Steinführer A, Begg C, Bianchizza C, Bründl M, Buchecker M, et al. Perspectives on social capacity building for natural hazards: outlining an emerging field of research and practice in Europe. *Environmental Science & Policy*. 2011;14(7):804-814. (<http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2011.05.001>, accessed 19 May 2017).
9. Health and environment: communicating the risks. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2013 (http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0011/233759/e96930.pdf?ua=1, accessed 4 December 2016).
10. Health Investigations Communications Work Group. Communicating results to community residents: Lessons from recent ATSDR health investigations. *J Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*. 2004;14:484-491.
11. Lichtveld M, Goldstein B, Grattan L, Mundorf C. Then and now: lessons learnt from community-academic partnerships in environmental health research. *Environ Health*. 2016;15(1):117. doi:10.1186/s12940-016-0201-5.
12. Contaminated sites and health. Report from two WHO workshops: workshop in Syracuse, Italy, 18 November 2011; workshop in Catania, Italy, 21-22; report June 2012. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2013 (http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/186240/e96843e.pdf?ua=1, accessed 4 December 2016).
13. Martuzzi M, Pasetto R, Martin-Olmedo P (Ed.). Industrially contaminated sites and health. *J Environ Public Health*. 2014 (<http://www.hindawi.com/journals/jeph/si/480565/>, accessed 4 December 2016).
14. Pirastu R, Pasetto R, Zona A, Ancona C, Iavarone I, Martuzzi M, et al. The health profile of populations living in contaminated sites. SENTIERI approach. *J Environ Public Health*. 2013. doi: 10.1155/2013/939267.
15. Fazzo L. Communication in environmental epidemiological studies. *IJPH*. 2007;(4)65-70.
16. Marsili D, Comba P, De Castro P. Environmental health literacy within the Italian Asbestos Project: experience in Italy and Latin American contexts. *Ann Ist Super Sanità*. 2015;51(3):180-182. doi: 10.4415/ANN_15_03_02.
17. Hoover E, Renauld M, Edelstein MR, Brown P. Social Science Collaboration with Environmental Health. *Environ Health Perspect*. 2015;123(11):1100-6.
18. Bruno C, Bruni BM, Scondotto S, Comba P. Prevention of disease caused by fluoro-edenite fibrous amphibole: the way forward. *Ann Ist Super Sanità*. 2015;51(2):90-2.
19. Manna P, Comba P. Communicating with health authorities and the public about asbestos risk in Biancavilla (CT). *Epidemiol Prev*. 2001;25(1):28-30 (in Italian).
20. Bruno C, Marsili D, Bruni BM, Comba P, Scondotto S. Preventing fluoro-edenite related disease: the Biancavilla model. Research, public health and health promotion interventions. *Not Ist Super Sanità*. 2015;28(5, Suppl. 1):3-19 (in Italian).
21. Fazzo L, Bianchi F, Carpenter D, Martuzzi M, Comba P. Hazardous waste: a challenge for public health. *Public Health Panorama* (in press).

Политика и практика

ПЛАНЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОФИЛАКТИКИ ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ В ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ ОБОСНОВАННОЙ ПОЛИТИКИ

Daniela Marsili¹, Lucia Fazzo¹, Ivano Iavarone¹, Pietro Comba¹

¹ Отдел гигиены окружающей среды, Istituto Superiore di Sanità, Рим, Италия

Автор, отвечающий за переписку: Daniela Marsili (адрес электронной почты: daniela.marsili@iss.it)

АННОТАЦИЯ

Введение: Распространение информации о гигиене окружающей среды является одной из важных обязанностей, которая должна быть возложена на научное сообщество, занимающееся изучением загрязненных территорий. За последнее десятилетие международными и национальными организациями в Европейском регионе ВОЗ были предложены теоретические подходы и практические методы разработки и принятия действенных стратегий коммуникации на загрязненных территориях.

Методология: Цель настоящей статьи заключается в том, чтобы предложить ис-

пользование планов распространения информации в качестве инструмента стимулирования среднесрочных и долгосрочных мер профилактики в местных условиях, характеризующихся природным и антропогенным загрязнением, связанным с промышленным и сельскохозяйственным производством и обращением с отходами. Разделяемые заинтересованными партнерами обязанности по укреплению общественного потенциала требуют их реального участия в процессе распространения информации, что наглядно проявилось на двух загрязненных террито-

риях в Италии, представленных в данной статье в качестве примеров.

Выводы: Уроки и выводы из опыта работы на загрязненных территориях в Италии и в целом в Европе указывают на необходимость принятия действенных планов распространения информации, для того чтобы можно было вовлечь различных заинтересованных партнеров в процесс принятия решений, определить их роли и совместно выполнять обязанности с целью стимулирования выработки обоснованной политики и осуществления инициатив в области профилактики.

Ключевые слова: РАСПРОСТРАНЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ; ЗАГРЯЗНЕННЫЕ ТЕРРИТОРИИ; ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДОРОВЬЕ; ПРОФИЛАКТИКА; ОБОСНОВАННАЯ ПОЛИТИКА

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Достигнутый в Европейском регионе ВОЗ прогресс в научном понимании последствий для здоровья, вызванных подверженностью опасным воздействиям, связанным с загрязнением окружающей среды, достаточно полно отражен в опубликованной литературе, хотя при этом отмечаются разные уровни научных доказательств и различия между странами в принятых нормативных документах, регламентирующих меры по оздоровлению окружающей среды в странах. Такие научные результаты и связанные

с ними рекомендации для общественного здравоохранения имеют большое значение для разработки и принятия инициатив в области профилактики на национальном и региональном уровне. Эпидемиологические исследования последствий для здоровья, вызванных природным и антропогенным загрязнением окружающей среды, связанным с промышленным и сельскохозяйственным производством и обращением с отходами, а также обусловленных сочетанием источников загрязнения в различных районах Европейского региона ВОЗ, способствуют росту осознания общественностью

необходимости предпринимать последовательные меры в области распространения соответствующей информации. Это непосредственно проявляется как в местных сообществах, страдающих от загрязнения окружающей среды, которых эта проблема затрагивает непосредственно, так и в целом в обществе, которое требует принятия мер, исходящих из принципа экологической справедливости (1).

Общепризнано, что распространение информации об экологических рисках и последствиях для здоровья является важным обязательством касательно охраны общественного здоровья со стороны научного сообщества, занимающегося исследованиями на загрязненных участках. В частности, распространение такой информации может играть важную роль в создании благоприятных условий для формирования определенной системы отношений между научным сообществом, местными руководителями, принимающими решения, и представителями гражданского общества, что способствует принятию на местном уровне профилактических мер в сфере гигиены окружающей среды. Правильное восприятие рисков для окружающей среды и здоровья населения на загрязненных территориях помогает повысить действенность профилактических мероприятий в области здравоохранения и мер по охране и оздоровлению окружающей среды. В основу коммуникации должны быть положены этические принципы (2), признание различных ролей и обязанностей ученых и заинтересованных сторон на местах, прозрачность и разделяемые всеми стратегии совместного участия в работе. В этом контексте особое внимание следует уделять проблеме социальной уязвимости, включая вопросы экологической справедливости и проявления экологических неравенств: люди, находящиеся в неблагоприятных социально-экономических условиях, часто проживают на загрязненных участках земли, возле промышленных площадок и свалок, в жилье низкого качества, имеют ограниченный доступ к зеленым зонам, среди них выше распространенность факторов риска, обусловленных образом жизни и родом занятий (3). Распространение информации о последствиях подверженности опасным воздействиям для здоровья уязвимых групп населения (детей, беременных женщин, лиц пожилого возраста и групп, находящихся в неблагоприятных социально-экономических условиях и чаще других испытывающих негативные воздействия загрязнения окружающей

среды в районах своего проживания) (4, 5), должно быть увязано с информацией о путях неблагоприятных воздействий и со знанием того, как все общество воспринимает экологические риски для здоровья и реагирует на них (6–8).

За последнее десятилетие такими международными организациями, как ВОЗ, Агентство по регистрации токсичных веществ и заболеваний США (ATSDR), Международное общество экологической эпидемиологии (ISEE) и Агентство по охране окружающей среды США (EPA), были предложены теоретические подходы и практические методы разработки и принятия стратегий распространения информации на загрязненных территориях (2, 9, 10; см. также веб-сайт EPA: <https://www.epa.gov/children/what-you-can-do-protect-children-environmental-risks>). Особую роль в составлении этой рамочной основы сыграл Национальный институт гигиены окружающей среды (NIEHS) – учреждение, в котором быстро осознали важность научных исследований на уровне и с участием местных сообществ для понимания и смягчения негативных последствий для здоровья. Одна из основополагающих концепций состояла в том, что большинство сообществ, пострадавших от химических аварий, обладают изначально присущей им способностью сохранять жизнестойкость в неблагоприятных обстоятельствах, и эти скрытые способности можно привести в действие, если предоставлять социальную поддержку (11).

Укрепление общественного здравоохранения, которое предоставляет услуги населению на загрязненных территориях, является одной из главных тем в давно установившемся сотрудничестве между Национальным институтом здравоохранения Италии (Istituto Superiore di Sanità (ISS), и ВОЗ (9, 12, 13). Накопленный опыт был положен в основу начатого в 2015 г. проекта «Сеть по изучению зон промышленного загрязнения и здоровья населения ICSHNet» (Action IS1408) в рамках программы Европейского союза «Сотрудничество в области науки и техники» (COST) (http://www.cost.eu/COST_Actions/isch/Actions/IS1408 и <http://www.icsynet.eu>). Главной целью программы является создание и укрепление международной сети экспертов и учреждений и разработка единой рамочной основы научных исследований по вопросам гигиены окружающей среды и соответствующих ответных мер в зонах промышленного загрязнения. Распространение информа-

ции считается в программе COST Action одним из главных элементов этой стратегии наряду с планом распространения результатов данного проекта среди всех заинтересованных сторон, включая проживающее в этих зонах население. В настоящее время участниками сети ICSHNet являются ВОЗ, ЕС и органы Европейской комиссии, а также многочисленные учреждения общественного здравоохранения из 33 государств-членов Европейского региона ВОЗ; ожидается, что эта сеть определит потребности и приоритеты в научных исследованиях в странах Европы и выработает руководство по определению характеристик проблем здоровья в зонах промышленного загрязнения и по преодолению этих проблем, а также подготовит методические рекомендации о том, как применять результаты научных исследований в процессе формирования политики.

В Италии осуществляется в настоящее время проект SENTIERI, целью которого является ведение эпидемиологического надзора за здоровьем населения, проживающего на загрязненных территориях Италии, имеющих статус национального приоритета (14), и другие родственные исследования включают проведение разовых мероприятий по распространению информации (15, 16).

Цель настоящей статьи – предложить планы распространения информации в качестве инструмента полноценной передачи данных научных исследований местным заинтересованным партнерам на загрязненных территориях и стимулирования профилактических мер, предполагающих снижение уязвимости и активизацию деятельности по укреплению социального потенциала. Все это направлено на то, чтобы предложить лицам, формирующим политику на центральном и местном уровне, рекомендации относительно принятия планов распространения информации на территориях, пострадавших от природного и антропогенного загрязнения.

МЕСТНЫЙ КОНТЕКСТ

Население, живущее на территориях, затронутых экологическими стресс-факторами, связанными с природным или антропогенным загрязнением, страдает от негативных последствий для здоровья, которые также ассоциируют как с уязвимостью, так и с плохо поставленной работой по укреплению со-

циального потенциала. В таких условиях особенно важно, чтобы ученые приобретали жизненно необходимые знания о физических, социально-экономических и культурных аспектах экологического риска и негативных последствий для здоровья (17). Это позволяет реализовывать комплексные подходы, дающие возможность принимать меры по уменьшению уязвимости во всех ее разнообразных проявлениях, включая проживание на опасных территориях, социально-экономические условия населения, проживающего и работающего на загрязненных территориях, восприятие рисков местными жителями и готовность противодействовать негативным последствиям для здоровья, особенности которых определяются опасными факторами окружающей среды.

Оказание поддержки местным заинтересованным партнерам и всему населению в процессе интерпретации своего собственного субъективного восприятия рисков и осознание ими факторов экологического стресса в своем местном контексте позволяет наладить процесс с широким участием всех заинтересованных сторон и укрепить взаимодействие с целью снижения уровня экологических угроз здоровью (6). Полноценное вовлечение заинтересованных сторон способствует активизации деятельности по усилению социального потенциала как важнейшего фактора укрепления жизнестойкости местных сообществ. В этом отношении действенные планы распространения информации играют важную роль в повышении осведомленности, готовности и ответственности у всех местных заинтересованных партнеров.

В качестве примера здесь можно привести муниципалитет Бьянкавилла, расположенный на склонах вулкана Этна на Сицилии, где в результате нескольких исследований была выявлена чрезмерно высокая заболеваемость мезотелиомой и смертность от нее, и во всех исследованиях было показано, что это заболевание наступает в отсутствие подверженности воздействию асбеста. После этого было установлено вещество, вызывающее болезнь: им оказалось ранее неизвестное асбестоподобное волокно, позднее названное фторэденитом, которое присутствует в почве и в карьере, откуда брались строительные материалы (18). Первый план распространения информации совпал по времени с обнаружением волокна, у которого на тот момент еще не были определены минералогические характеристики, но

воздействие которого на здоровье было вполне очевидным. Акцент был сделан на необходимости осуществить крупномасштабную операцию по очистке территории от загрязнения и попутно рекомендовать определенные формы поведения с целью минимизации подверженности воздействию волокна на улице и в помещениях. В 2001 г. эти рекомендации были обнародованы мэром Бьянкавиллы совместно с ISS (19). Крупномасштабный процесс очистки территории от загрязнения был осуществлен в 2002 г. после того, как Бьянкавила была объявлена загрязненной территорией, имеющей статус национального приоритета, и в последующие годы операции по очистке продолжались. В 2014 г. Международное агентство по изучению рака (МАИР) классифицировало фторэденит как человеческий канцероген, и такая оценка послужила толчком к серии мероприятий по профилактике и укреплению здоровья населения. В соответствии с этим был разработан новый план распространения информации, в котором были конкретные разделы, касающиеся местных органов здравоохранения, местной администрации, средств массовой информации и школьной системы (20).

Еще один пример связан с районом в области Кампания, расположенным недалеко от Неаполя, который характеризовался широким распространением нерегулируемых и незаконных свалок городских и промышленных отходов (с некоторых пор из-за распространенной там практики сжигания токсичных отходов в Италии и за рубежом его стали называть «Землей пожаров») (21).

Экологическое бедствие, связанное с обращением с отходами в этой области Италии, продолжается со второй половины 1990-х годов прошлого столетия, когда центральное правительство определило территорию, на которой расположены 77 муниципалитетов в провинциях Неаполь и Казерта, как загрязненную, имеющую статус национального приоритета. Местные условия характеризовались наличием нескольких проблем, которые необходимо было принимать во внимание в процессе распространения информации: 1) большая площадь территории; 2) большая численность населения (около 2 миллионов человек); 3) неопределенности, связанные с оценкой причинно-следственных связей в негативном влиянии опасных отходов на здоровье, даже когда можно было предположить конкретные

исходы для здоровья; 4) не всегда последовательная информация, поступающая от научного сообщества относительно причинно-следственных связей; 5) существующая многие десятилетия незаконная практика обращения с отходами, которая привела к неверию населения в государственные институты.

ISS провел первое эпидемиологическое исследование совместно с местной ассоциацией охраны окружающей среды, которое впервые выявило незаконную практику сброса отходов, осуществляемую преступной организацией «Каморра». Это сотрудничество характеризовалось умением партнеров слушать друг друга и уважением роли и функций каждого: ассоциация давала информацию о расположении незаконных свалок, а ученые публиковали результаты изучения состояния здоровья населения в рецензируемом итальянском научном журнале; это в свою очередь давало ассоциации возможность аргументированно отстаивать необходимость формирования политики на основе научных данных. Население было ознакомлено с результатами исследований на специально организованной встрече с общественностью на изучаемой территории. С тех пор уровень осведомленности об угрозе и понимания рисков, связанных с воздействием на окружающую среду и здоровье сброса опасных отходов, возрос, в том числе благодаря наличию судебных документов, указывающих на экономические интересы в незаконном перемещении и сбрасывании токсичных отходов от предприятий северных областей Италии.

В 2014 г. итальянский парламент принял специальный закон (Закон № 6 от 6 февраля 2014 г.), касающийся главным образом экологического мониторинга и оценки безопасности пищевой цепочки на «Земле пожаров». Этот же закон потребовал от ISS совместно с местными органами здравоохранения обновить оценку состояния здоровья населения и способствовать реализации инициатив в области профилактики и укрепления здоровья (отчет об исследовании имеется в открытом доступе на веб-сайте ISS: <http://www.iss.it/publ/index.php?lang=1&id=2897&tipo=5>). В настоящее время у большинства заинтересованных партнеров, включая общенациональные и местные экологические ассоциации и местных представителей церкви, сложились лучшие, чем в прошлом, отношения с учреж-

дениями общественного здравоохранения. Важными этапами в этом процессе были:

1. Встречи с местными поставщиками услуг здравоохранения на различных этапах исследований.
2. Размещение отчетов на итальянском языке на бесплатных веб-сайтах с последующей публикацией в национальных и международных рецензируемых научных журналах.
3. Представление результатов научных исследований, включая всестороннее обсуждение их сильных сторон и недостатков, на встречах с населением, организованных местными партнерами.
4. Понимание субъективного восприятия рисков местными жителями и проведение отчетливого различия между документальным отражением случаев заболевания со слов жителей и формальными эпидемиологическими исследованиями при должном признании значимости и разной роли обоих способов получения информации.

МЕТОДОЛОГИЯ

Рамочная основа для разработки и реализации действенного плана распространения информации включает в себя принципы взаимного обмена мнениями и данными между научным сообществом, занимающимся исследованиями на загрязненной территории, и местными заинтересованными сторонами, привлечение лиц, принимающих решения, и представителей гражданского общества и признание их различных ролей и обязанностей. Методическое руководство по составлению планов распространения информации, построенное на этой рамочной основе, предусматривает организованный по определенной методике поэтапный процесс. Предлагаемый процесс включает следующие этапы:

1. Определение конкретных целей плана распространения информации

Цель плана распространения информации состоит в том, чтобы повысить уровень информированности на загрязненных территориях и готовности местных заинтересованных партнеров и тем самым дать им возможность внести

вклад в профилактику рисков для здоровья и в управление экологическими рисками в той среде, в которой они живут и работают. В плане распространения информации необходимо учитывать специфику экологических стресс-факторов и последствий для здоровья, а также характеристики социально-экономического контекста. Более общей задачей планов распространения информации является содействие укреплению социального потенциала в местном контексте, удовлетворению потребностей и направлению усилий на обеспечение благополучия населения и создание здоровой окружающей среды.

2. Выявление и привлечение местных заинтересованных партнеров

Для того, чтобы разработать план распространения информации, соответствующий местным условиям, многопрофильной научно-исследовательской группе (в которой объединены социально-экономические, медицинские и экологические научные дисциплины) необходимо изучить местные условия с тем, чтобы точнее определить различные роли и сферу ответственности местных действующих субъектов – как государственных организаций, так и представителей гражданского общества – которые выступают в качестве заинтересованных партнеров на загрязненной территории. К ним могут относиться местные власти, например, органы государственной администрации и местные органы здравоохранения и охраны окружающей среды; местные работники охраны окружающей среды и здравоохранения и/или местные группы, занимающиеся исследованиями в области охраны окружающей среды и здравоохранения и социологическими исследованиями на загрязненной территории; местные общественные объединения и жители пораженной загрязнением территории; школьная система; местные СМИ.

3. Определение и создание средств распространения информации для использования в местных условиях

Как следует из международной научной литературы по социальным и экологическим аспектам коммуникации на территориях, страдающих от загрязнения окружающей среды, способы и сред-

ства распространения информации должны подбираться с учетом местного социального контекста и умения различных заинтересованных партнеров на загрязненной территории разбираться в вопросах гигиены окружающей среды. К числу возможных инструментов относятся информационные публикации, технические доклады для лиц, принимающих решения, учебные материалы и специальная техническая документация для специалистов в области здравоохранения и охраны окружающей среды, представление результатов исследований на загрязненной территории с помощью видеофильмов, устно или в виде печатных материалов, проведение интервью или анкетирования в ходе мероприятий по оценке положения дел. Можно также подумать о том, насколько уместно было бы в местном контексте, для различных заинтересованных сторон и для достижения поставленной цели организовать такие мероприятия, как специальные совещания, семинары, собрания общественности, видеопрограммы в местных СМИ.

4. Оценка эффективности планов распространения информации (методики, способов и средств и проведенных мероприятий)

Планы распространения информации должны предусматривать оценку эффективности принятой методики, выбранных способов и средств и проведенных мероприятий, чтобы проверить возможность их адаптации и результативность в местном контексте. Для того, чтобы получить отзывы от местных заинтересованных сторон и проверить, применяются ли новые знания на практике, достигнут ли определенный уровень осведомленности и ответственности и предпринимаются ли в результате этого какие-либо действия со стороны местных органов власти, отвечающих за профилактические вмешательства, и социальных действующих субъектов, отстаивающих право на получение информации и участие в реализации политики, можно использовать количественные и качественные показатели. Оценка эффективности планов распространения информации также важна для того, чтобы определить, насколько результативность проводимых мероприятий оправдывает связанные с ними затраты.

НЕОБХОДИМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

В соответствии с описанным выше поэтапным процессом, организованным по определенной методике, в данном разделе описываются действующие субъекты – исполнители плана распространения информации и особо отмечаются их роль и вклад в формирование подхода, предполагающего широкое участие всех заинтересованных сторон в повышении жизнестойкости местных сообществ перед лицом экологических рисков и негативных последствий для здоровья на загрязненных территориях, чтобы способствовать достижению реальных перемен.

- Местные органы власти: Повышение уровня их осведомленности является одним из ключевых элементов, необходимых для того, чтобы они взяли на себя реальную ответственность и способствовали выработке обоснованных решений и политики, касающихся как профилактических мероприятий в области здравоохранения, так и мероприятий по оздоровлению окружающей среды. Участие местных органов власти также необходимо для укрепления сети, включающей другие местные заинтересованные стороны, причем особое внимание и особые усилия должны быть направлены на уменьшение социальной уязвимости местных жителей.
- Местные специалисты в области охраны окружающей среды и здравоохранения: План распространения информации предполагает привлечение специалистов в области охраны окружающей среды и здравоохранения путем проведения специальных учебных мероприятий, направленных на повышение уровня и обновление знаний об особенностях загрязнения окружающей среды и о связанной с ними профилактике опасных воздействий в жилой и производственной среде, а также о диагностических и лечебных вмешательствах. Необходимость участия таких специалистов в разработке и реализации плана распространения информации обусловлена возложенной на них особой ответственностью за пациентов и жителей на загрязненных территориях.

- Научно-исследовательские группы национального или местного уровня, занимающиеся вопросами окружающей среды и здоровья и социологическими исследованиями на загрязненных территориях: Их участие необходимо для обеспечения полноценной передачи данных научных исследований, касающихся экологических рисков и негативных последствий для здоровья населения вследствие загрязнения. На них возлагается функция и обязанность доведения до сведения местных заинтересованных партнеров как научных данных, так и имеющихся неопределенностей, причем на простом и понятном для заинтересованных сторон языке с учетом их способности разобраться в вопросах гигиены окружающей среды. Участие научно-исследовательских групп в сети местных заинтересованных партнеров имеет огромное значение для укрепления взаимного доверия.
- Общественные объединения и местные жители: Их вовлечение в работу также должно быть предусмотрено планом распространения информации, для чего должен соблюдаться принцип участия всех заинтересованных сторон, который предполагает уважительное отношение к мнению других и обмен информацией и опытом между официальными учреждениями и общественными организациями. Их участие и вовлечение в работу имеет целью повышение осведомленности о коллективных рисках для здоровья, создаваемых загрязнением окружающей среды, а также о разумных формах индивидуального поведения, позволяющих уменьшить подверженность опасным воздействиям.
- Школы (учителя, учащиеся и родители): Важная роль в плане распространения информации также должна отводиться системе образования, в соответствии с уровнями учреждений образования, имеющихся на загрязненных территориях. Для того, чтобы учителя и учащиеся могли приобрести новые научные знания, в годовые учебные программы должно быть включено изучение вопросов гигиены окружающей среды, экологических рисков и негативных последствий для здоровья вследствие конкретного вида

загрязнения, влияющего на местные условия. Работа по распространению информации может продолжаться учащимися и дома, среди родителей и близких, в зависимости от имеющихся у них когнитивных средств и уровня понимания вопросов гигиены окружающей среды.

- Местные средства массовой информации: План распространения информации предусматривает использование радио, газет и местного телевидения. Во взаимодействии с другими заинтересованными партнерами СМИ могут играть существенную роль в распространении информации, касающейся гигиены окружающей среды.

УРОКИ И ВЫВОДЫ

По итогам изучения международной научной литературы и практической апробации методов распространения информации на загрязненных территориях в Италии и других странах Европы можно сделать вывод о важности двустороннего плана коммуникации с участием органов общественного здравоохранения и затронутых сообществ людей. Соответственно, мы предлагаем ряд рекомендаций, целью которых является укрепление цепочки решений о принятии полноценных планов распространения информации на загрязненных территориях в качестве инструмента профилактики для включения в процесс формирования обоснованной политики. Авторитетная роль в стимулировании этой деятельности принадлежит Европейскому региональному бюро ВОЗ, Сотрудничающему центру ВОЗ по вопросам гигиены окружающей среды на загрязненных территориях (http://apps.who.int/whocc/Detail.aspx?cc_ref=ITA-97&cc_ref=ita-97&) и национальным органам охраны окружающей среды и здравоохранения. Ниже приводятся рекомендации для различных уровней:

- На международном уровне: Консолидация взаимодействия между вышеупомянутыми международными и национальными организациями в Европейском регионе ВОЗ с целью сбора и обеспечения доступности информации о применяемых методах информирования об экологических рисках

и последствиях для здоровья на загрязненных территориях. Содействие усилиям ВОЗ в установлении приоритетов в отношении того, как оценивать экологические риски для здоровья, чтобы стимулировать осуществление мер первичной профилактики для охраны и укрепления здоровья населения на загрязненных территориях.

- На национальном уровне: Планирование общенациональных инициатив по стимулированию принятия планов распространения информации на территориях, страдающих от высокого уровня загрязнения окружающей среды, а также официальное признание типового плана распространения информации, который надлежит осуществлять на загрязненных территориях.
- На местном уровне: Содействие принятию типового плана распространения информации и его реализации с учетом специфики местного контекста. В этом отношении большое значение для укрепления доверия к государственным институтам и осознания реальной степени угрозы имеет вовлечение разных заинтересованных партнеров. Тем самым этот процесс может помочь определить приоритетность действий по оздоровлению окружающей среды и инициатив по профилактике заболеваний и укреплению здоровья.

Практический эффект и действенность планов распространения информации должны оцениваться с точки зрения их вклада в формирование и принятие обоснованной политики для совершенствования среднесрочных и долгосрочных мер профилактики и оздоровления окружающей среды. Результаты осуществления полноценного плана распространения информации на загрязненных территориях проявляются в повышении жизнестойкости живущего сообщества людей и в уменьшении его социальной уязвимости путем улучшения работы по укреплению социального потенциала.

Рамочная основа, на которой построены эти рекомендации, включает понятия распространения информации как о процессе, так и о продуктах исследования, прозрачности, подотчетности и устранения неопределенностей во избежание порожде-

ния страха и безразличия. В настоящее время эти принципы реализуются на нескольких загрязненных территориях в рамках национального проекта эпидемиологического надзора SENTIERI (14) и в дальнейшем могут быть перенесены на большее число территорий. После этого может иметь смысл провести оценку в рамках совместных работ на европейском уровне.

Выражение признательности: не указано.

Источники финансирования: не указаны.

Конфликт интересов: не указан.

Ограничение ответственности: авторы несут самостоятельную ответственность за мнения, выраженные в данной публикации, которые не обязательно представляют решения или политику Всемирной организации здравоохранения.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Mudu P, Terracini B, Martuzzi M. (Eds). Human Health in Areas with Industrial Contamination. Copenhagen; WHO Regional Office for Europe; 2014. (http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/264813/Human-Health-in-Areas-with-Industrial-Contamination-Eng.pdf?ua=1, по состоянию на 20 марта 2017 г.).
2. Soskolne CL. Ethical aspects of epidemiological research in contaminated sites. *Ann Ist Super Sanita*. 2016 Oct-Dec;52(4):483-487. doi: 10.4415/ANN_16_04_04.
3. Martuzzi M, Mitis F, Forastiere F. Inequalities, inequities, environmental justice in waste management and health. *Eur J Public Health*. 2010 Feb;20(1):21-6. doi: 10.1093/eurpub/ckp216.
4. Европейское региональное бюро ВОЗ. Публикации по вопросам социальных неравенств в отношении окружающей среды и здоровья в Европейском регионе ВОЗ (<http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/pages/social-inequalities-in-environment-and-health/publications-on-environment-and-health-in-the-european-region>, по состоянию на 11 мая 2017 г.).
5. Европейское региональное бюро ВОЗ. 2016 г. Улучшение состояния окружающей среды и здоровья в Европе: насколько мы продвинулись в достижении этих целей? (http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0019/276103/Improving-environment-health-europe-ru.pdf?ua=1, по состоянию на 11 мая 2017 г.).

6. Renn O. Concepts of Risks: An Interdisciplinary Review. Part 1: Disciplinary Risks concepts. *GAIA* 2008;17(1):50-66.
7. Renn O. Concepts of Risks: An Interdisciplinary Review. Part 2: Integrative Approaches. *GAIA* 2008;17(1):196-204.
8. Kuhlicke C, Steinführer A, Begg C, Bianchizza C, Bründl M, Buchecker M, et al. Perspectives on social capacity building for natural hazards: outlining an emerging field of research and practice in Europe. *Environmental Science & Policy* 2011;14(7):804–814. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2011.05.001>
9. Здоровье и окружающая среда: принципы коммуникации риска. Европейское региональное бюро ВОЗ. Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ; 2013 г. (http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/235076/e96930r.pdf?ua=1, по состоянию на 11 мая 2017 г.).
10. Health Investigations Communications Work Group. Communicating results to community residents: Lesson from recent ATSDR health investigations. *J Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 2004;14:484-491.
11. Lichtveld M, Goldstein B, Grattan L, Mundorf C. Then and now: lessons learnt from community- academic partnerships in environmental health research. *Environ Health*. 2016;15(1):117. doi:10.1186/s12940-016-0201-5.
12. Загрязненные территории и здоровье населения. Отчет о двух семинарах ВОЗ: Сиракузы, Италия, 18 ноября 2011 г. и Катания, Италия, 21-22 июня 2012 г. Копенгаген: ВОЗ; 2013 г. (http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0009/195471/Contaminated-sites-and-health-Rus-final3.pdf?ua=1, по состоянию на 11 мая 2017 г.).
13. Martuzzi M, Pasetto R, Martin-Olmedo P [Ed.]. Industrially contaminated sites and health. *J Environ Public Health* 2014 (<http://www.hindawi.com/journals/jeph/si/480565/>, по состоянию на 4 декабря 2016 г.).
14. Pirastu R, Pasetto R, Zona A, Ancona C, Iavarone I, Martuzzi M, Comba P. The health profile of populations living in contaminated sites. SENTIERI approach. *J Environ Public Health* 2013. doi: 10.1155/2013/939267.
15. Fazzo L. Communication in environmental epidemiological studies. *IJPH*, 2007;(4)65-70.
16. Marsili D, Comba P, De Castro P. Environmental health literacy within the Italian Asbestos Project: experience in Italy and Latin American contexts. *Ann Ist Super Sanità* 2015;51(3):180-182. doi: 10.4415/ANN_15_03_02.
17. Hoover E, Renauld M, Edelstein M.R, Brown P. Social Science Collaboration with Environmental Health. *Environ Health Perspect* 2015;123(11):1100-6.
18. Bruno C, Bruni BM, Scondotto S, Comba P. Prevention of disease caused by fluoro-edenite fibrous amphibole: the way forward. *Ann Ist Super Sanità* 2015;51(2):90-2.
19. Manna P, Comba P. Communicating with health authorities and the public about asbestos risk in Biancavilla (CT) (на итальянском языке). *Epidemiol Prev*. 2001;25(1):28-30.
20. Bruno C, Marsili D, Bruni BM, Comba P, Scondotto S. Preventing fluoro-edenite related disease: the Biancavilla model. Research, public health and health promotion interventions (на итальянском языке). *Not Ist Super Sanità* 2015;28(5, Suppl. 1):3-19.
21. Fazzo L, Bianchi F, Carpenter D, Martuzzi M, Comba P. Hazardous waste: a challenge for public health. *Public Health Panorama* 2017;3(4) Находится в печати.

Short communication

HEALTH RISKS OF THE INFORMAL WASTE COLLECTING SECTOR IN COUNTRIES IN SOUTH-EAST EUROPE

Ivan Živanov¹, Suzana Ignjatović², Gerry McWeeney³, Dorit Nitzan⁴

¹ World Health Organization Country Office, Belgrade, Serbia

² Institute of Social Sciences, Belgrade, Serbia

³ World Health Organization Country Office, Kiev, Ukraine

⁴ World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark

Corresponding author: Ivan Živanov (email: izivanov@gmail.com)

ABSTRACT

The waste management systems in some countries in south-east Europe are underdeveloped. The main driving force for environmental reform in these countries is the aspired accession to the European Union (EU). The waste recycling industry still predominantly depends on the informal waste management sector. These waste collectors,

most of whom are Roma, are among the most deprived populations in south-east Europe. They are affected by limited formal education, poor housing conditions, a low status in the labour market and a precarious income. Previous studies revealed the high rates of chronic illness, such as back or neck pain, problems with legs and feet, depression and

anxiety. Their poor health status is the result of two groups of factors: their socioeconomic status disadvantages and their exposure to waste collection-related occupational hazards. Further studies are needed to assess the role of occupational hazards in the poor health status of informal waste collectors in south-east Europe.

Keywords: INFORMAL WASTE COLLECTION, OCCUPATIONAL HEALTH, SOCIAL DETERMINANTS OF HEALTH, WHO EUROPEAN POLICY FRAMEWORK HEALTH 2020, ROMA PEOPLE

BACKGROUND

Informal waste management poses many health and environmental risks. Socially disadvantaged populations, such as the Roma people, are more likely to be involved in informal waste collection (1). A large proportion of Roma live in countries in south-east Europe, where informal waste management is still common. However, there is a noticeable lack of data about the health status of the informal waste collectors (IWCs) in this part of Europe. Our analysis is based on the only comprehensive study of Roma IWCs in south-east Europe, namely, the Sustainable Waste Management Initiative for a Healthier Tomorrow (SWIFT) survey, led by the WHO Regional Office for Europe, and supported by available data from the south-east European countries.

THE INFORMAL SECTOR AND RECYCLING INDUSTRY IN SOUTH-EAST EUROPE

Informal waste collection (“informal recycling”) is defined as “individuals collecting, separating, classifying, and selling solid waste as a means of subsistence or supplementation of income” (2, p. 43). This informal sector has been active in south-east Europe for many years. However, the process of harmonization of environmental and other waste-related legislation with the EU has also impacted the sector (3,4). For example, new regulations oblige waste producers to ensure that a certain quantity of packaging materials they bring to the market are recovered and recycled (5). Such laws have led to growth in the recycling industry (in 2014, 42.3% of

packaging waste in Serbia was reused) (6). However, eco-friendly waste management is still largely inadequate, and the most urgent issues are “illegal dumping and overloaded non-sanitary disposal sites/landfills, often combined with uncontrolled burning of waste” (7, p. 15).

Moreover, the informal sector provides a large share of the materials for recycling companies. Between 2009 and 2014, the quantity of polyethylene terephthalate (PET), a type of recyclable plastic, collected by local public utility companies in Serbia remained at 1000 tons per year, and IWCs increased the quantities from 1800 to 6700 tons per year (8). Since the late 1990s, recycling materials have expanded from “paper and cardboard, non-ferrous metals, car parts and reusables” (5) to PET and other sorts of plastics, glass, electronic waste, et cetera. Indeed, the IWCs in the former Yugoslav Republic of Macedonia collect PET bottles (81%), cardboard (45%) and cans (42%) (9).

The comparative cost–efficiency is the reason for such a large share of recyclables collected by IWCs, who operate in the grey economy market, with a lack of occupational and safety standards. Clearly, IWCs provide less expensive materials to the next levels in the waste management chain. Even in the EU country Romania (Cluj-Napoca), IWCs were more efficient than the formal collecting system, with respect to performance, costs and capture rates, even though their working conditions were worse (5).

IWCs are always from marginalized, vulnerable and low-income groups of the population. Traditionally, the collection of scrap metal and cardboard has been limited to the Roma people. In the former Yugoslav Republic of Macedonia, 88% of IWCs declared themselves as Roma (9). New markets for recyclables, such as PET and other plastics, aluminium cans, electronic waste, glass and car batteries, have changed the structure of the IWC population. The elderly and other people with a low income have entered the market (10). However, recycling companies provide the only available data about the number of IWCs. In Serbia, the largest PET recycling company worked with 5176 IWCs in 2014 (8) and more than 30 000 IWCs participate in the packaging waste collection system (11). There are 5000 IWCs in Skopje, former Yugoslav Republic of Macedonia, alone (9,12).

HEALTH HAZARDS OF INFORMAL WASTE COLLECTION ACTIVITIES

There is more information about the health risks in the regulated solid waste collection as opposed to the informal waste collection sectors (2). Studies conducted in Argentina, Brazil, the Philippines, South Asia and Viet Nam, as well as in the United States of America and Canada, reveal that the health status of the “informal recyclers” is less favourable in many aspects compared to that of the general population, including lifespan, the risk of childhood death, the infant mortality rate and the perception of health and well-being. The question remains as to whether IWCs’ shortened lifespan, due to injuries, accidents and death, is the result of occupational or socioeconomic disadvantage (2).

Handling waste and recycling materials in developing countries is usually not protected by regulations and is therefore performed in poor working conditions (13). IWCs are exposed to health hazards related to the collection, storage and handling of materials for selling (dangerous materials and occupational injuries) (2). Also, IWC activities are detrimental to the environment (informal junkyards of plastics and other polluting materials).

There are different types of hazards associated with informal waste collection: ergonomic, chemical, biological, safety, physical hardship, psychosocial and environmental hazards for the entire community (13). A meta-analysis has shown that IWCs suffer from similar health problems: back pain and pain located in the arms, shoulders and legs; traumas, traffic accidents, lacerations and infections; and upper respiratory tract infections and bronchitis. High levels of heavy metals, such as lead, mercury and cadmium, are found in the blood of recyclers (2). Ray and colleagues found a higher prevalence of respiratory problems among ragpickers in India compared to the control sample (14).

FINDINGS ABOUT THE SOCIOECONOMIC AND HEALTH STATUS OF IWCS IN SOUTH-EAST EUROPE

While informal waste collection is still widespread in south-east European countries, there is a lack of in-depth studies. The WHO European Region SWIFT survey (the first Roma health and nutrition survey in Serbia) was conducted in 2009 on a sample of 1698 Roma from Belgrade Roma settlements, using a two-stage cluster sampling methodology and targeting children aged 6–59 months (15,16). The survey aimed to explore the Roma health status in a comprehensive manner, focusing on the social determinants of health. The questionnaire consisted of the following modules: socioeconomic status (housing, income, education and employment), access to health care, access to social welfare programmes, chronic health conditions, health of children aged under 2 years, nutritional status of children aged under 5 years, and occupational health. It was organized and managed by the WHO Country Office, Serbia (15). The survey was approved by the Ministry of Health of the Republic of Serbia and participants provided consent (15). Another survey was carried out in the former Yugoslav Republic of Macedonia in 2015 by Pakomak on a sample of 350 IWCs in 10 municipalities, focusing on their recycling activities and, to a lesser extent, their health status (9).

IWCs from south-east Europe are strongly affected by the social determinants of health, including a low formal education status, substandard housing conditions, a very low legal status in the labour workforce, a lack of financial resources and a precarious income, discrimination and the negative attitude of the majority of the population. A study from the former Yugoslav Republic of Macedonia has shown that around 33% of the IWCs (mostly Roma) lived in substandard or not permanent housing in Skopje (9). Serbian Roma IWCs (the operational definition being “informal waste collection was one of the three main sources of income”) had worse living conditions compared to the general population, those below the poverty line and non-IWCs (17) (see Table 1). In addition, 40% of IWCs in the former Yugoslav Republic of Macedonia and 66% of Serbian Roma IWCs aged over 18 years had no education (9).

Children from non-IWC families were more likely to have a vaccination card, which is associated with higher immunization coverage (Odds ratio (OR) = 3.7, Confidence interval (CI) (2.1, 6.7)) (16). Roma from IWC families were more likely to lack health insurance (OR = 5.3, CI (2.1, 13.4)) (15).

In the SWIFT survey, 74% of IWCs aged over 20 years reported at least one chronic illness. One third of IWCs suffered from back or neck pain and one quarter reported problems with their legs or feet. Respiratory health issues were reported among 19% of IWCs aged over 20 years (see Fig. 1). These health issues are probably associated with IWC daily activities of waste collection in streets and at disposal sites. For example, almost one third of IWCs aged over 20 years (32%) reported having been moderately limited in their daily activities in the previous six months, and 15% reported having being strongly limited due to health reasons. Further analyses should explore the causality of occupational hazards and other determinants of health (housing, poor nutrition, et cetera). Another issue is protection against waste-related health hazards. The findings from 2015 indicate that IWCs in the former Yugoslav Republic of Macedonia do not use protective equipment, such as gloves, mask, helmet and so on (9). This should be further explored because informal waste collection includes not only direct collection from waste generators (for example, shops and other small businesses) but also picking from communal waste containers and legal and illegal landfills.

CONCLUSION

The findings indicate that informal waste collection is associated with higher health risks. However, our assessment was based on self-reported data and allows for only tentative conclusions. Further studies should include different methodology, for example, measuring levels of hazardous chemicals in the blood.

On the one hand, informal waste activities cause health, safety and environmental problems (5). This workforce is in dire need of activities aimed at the prevention, detection, treatment and mitigation of occupational health-related diseases. However, in many cases they do not have full access to these specific public and primary health care services. On the other

hand, the informal sector provides a substantial income to IWCs and their families, as they do not have other realistic alternatives. Moreover, there is a strong link between the informal sector and the recycling industry, since IWCs are the most cost efficient providers of recycled waste (18). For that reason, further policy interventions should deal with IWC access to public and primary health care, the implementation of standards to ensure the use of protective equipment, and addressing the social and economic implications of informal waste activities. This is another area where the WHO European policy framework Health 2020 (19) and the United Nations 2030 Agenda for Sustainable Development (20) should be implemented. In order to tackle the poor health status of IWCs in south-east Europe, it is necessary to address other dimensions of vulnerability. The Roma population in Europe is disproportionately affected by poor health, which is recognized in Health 2020 (19), but it also appears to be disproportionately affected by informal waste collection health hazards. In addressing the complexities of informal waste collection, “integrated policy approaches designed to tackle the multiple causes of social exclusion” should be applied (19, p. 82).

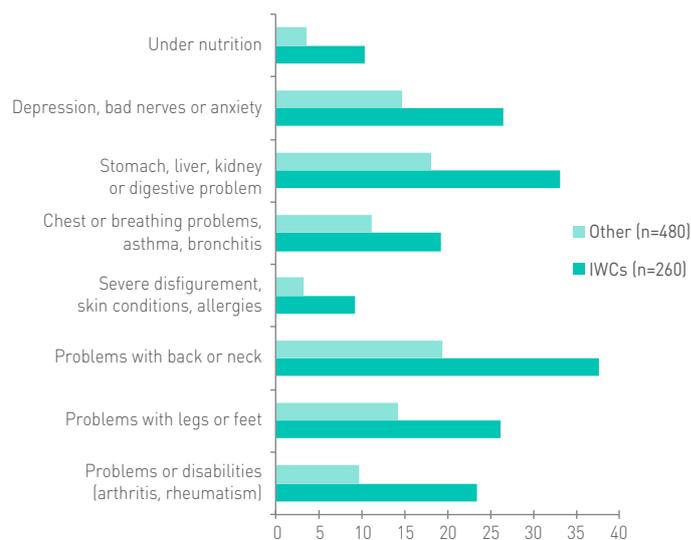
Acknowledgements: None.

Sources of funding: None declared.

Conflicts of interest: None declared.

Disclaimer: The authors alone are responsible for the views expressed in this publication and they do not necessarily represent the decisions or policies of the World Health Organization.

FIG. 1. HEALTH STATUS OF ROMA IWCs AGED OVER 20 IN SERBIA (%)



Source: SWIFT (2009), $P < 0.001$.

IWCs: respondents from Roma settlements in Belgrade who stated informal waste collection as one of the three main sources of income.

Other: respondents from Roma settlements in Belgrade who did not mention informal waste collection as one of the three main sources of income.

TABLE 1. IWC HOUSEHOLDS' ACCESS TO BASIC INFRASTRUCTURE AND DURABLE GOODS IN SERBIA (%)

	IWCs* (n=117)	Non-IWCs* (n=171)	General population**	General population-Urban settlements**	General population-Population below poverty line**
Electricity	52.1*	77.2	99.8	99.9	97.3
Running water supply	47.9*	90.0	95.2	99.4	71.2
Sewage	22.2*	38.1	92.2	98.2	58.4
Stove	61.6*	87.1	100.0	100.0	100.0
Refrigerator	50.4*	84.8	76.0	69.0	76.3
Car	12.0*	24.6	48.9	51.2	13.6

Sources: *SWIFT (2009), chi-square test significant $P < 0.05$; **Statistical Office of the Republic of Serbia (2008) LSMS.

IWCs: respondents from Roma settlements in Belgrade who stated informal waste collection as one of the three main sources of income.

Other: respondents from Roma settlements in Belgrade who did not mention informal waste collection as one of the three main sources of income.

REFERENCES

1. Waste and human health: Evidence and needs. WHO Meeting Report, 5–6 November 2015, Bonn, Germany. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2016 (http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/317226/Waste-human-health-Evidence-needs-mtg-report.pdf?ua=1, accessed 7 April 2017).
2. Binion E, Gutberlet J. The effects of handling solid waste on the wellbeing of informal and organized recyclers: a review of the literature. *Int J Occup Environ Health*. 2012;18(1):43–52. doi:10.1179/1077352512Z.0000000001.
3. The national waste management strategy for the period 2010–2019. Official Gazette of the Republic of Serbia No. 29/2010; 2010 (<http://ecodev.rs/sr/documents/3%20Nezvanicni%20prevodi%20dokumenata%20na%20engleski%20jezik/5%20Otpad/Waste-management-strategy-for-the-period-2010-19.pdf>, accessed 7 April 2017).
4. Ilić M, Nikolić M. Waste management benchmarking: A case study of Serbia. *Habitat International*. 2015;53:453–60. <http://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.12.022>.
5. Scheinberg A, Nesić J, Savain R, Luppi P, Sinnott P, Petean F et al. From collision to collaboration – Integrating informal recyclers and re-use operators in Europe: A review. *Waste Manag Res*. 2016;34(9):820–39. doi:10.1177/0734242X16657608.
6. Izveštaj o upravljanju ambalažom i ambalažnim otpadom u 2015. godini [Report on packaging and packing waste in 2015]. Ministry of Agriculture and Environmental Protection of the Republic of Serbia/Serbian Environmental Protection Agency; 2015.
7. Plastic/PET waste recycling in the South-east Europe sub-region, with a focus on Bosnia and Herzegovina, Croatia and Serbia. International Solid Waste Association/United Nations Environment Programme; 2012.
8. Mateski M. Značaj neformalnih sakupljača u razvoju industrije reciklaže PET otpada [The role of informal waste collectors in the development of the PET recycling industry]. Serbian Chamber of Commerce; 2015 (<http://www.greentech.rs/pp/Uloga-individualnih-sakupljaca.pptx>, accessed 7 April 2017).
9. Неформалните собирачи, клучни во процесот на селектирање и собирање на отпад [Informal waste collectors play the key role in the process of waste sorting and collection]. Skopje: Pakomak; 2015 (https://www.pakomak.com.mk/PakomakSite/soopstenija/16_Neformalni_sobiraci_na_otpad_istranzuvanje_Pakomak_22_12_2015.doc, accessed 7 April 2017).
10. Stokanic D. Za život zarađuju skupljanjem PVC flaša [Earning a living from PET bottles]. Banja Luka: Glas Srpske; 2015 (<http://www.glassrpske.com/banjaluka/gradske teme/Za-zivot-zaraduju-skupljanjem-PVC-flasa/lat/190851.html>, accessed 7 April 2017).
11. Srbija i nacionalni ciljevi [The national goals of Serbia]. Novi Sad: Reciklaza; October 2015 (<http://asocijacijareciklera.com/download/Reciklaza-ElektronskiBilten1.pdf>, accessed 7 April 2017).
12. Kremer I, Sjostrand J. Implementation of EU waste recycling regulation in Macedonia: The challenges of policy integration and normative change. Berkeley: Institute of European Studies, University of California; 2013.
13. Da Silva MC, Fassa AG, Siqueira CE, Kriebel D. World at work: Brazilian ragpickers. *Occup Environ Med*. 2005;62(10):736–40. doi:10.1136/oem.2005.020164.
14. Ray MR, Mukherjee G, Roychowdhury S, Lahiri T. Respiratory and general health impairments of ragpickers in India: a study in Delhi. *Int Arch Occup Environ Health*. 2004;77(8):595–98. doi:10.1007/s00420-004-0564-8.
15. Kaluski DN, Stojanovski K, McWeeney G, Paunovic E, Ostlin P, Licari L et al. Health insurance and accessibility to health services among Roma in settlements in Belgrade, Serbia – the journey from data to policy making. *Health Policy Plan*. 2015;30(8):976–84. doi:10.1093/heapol/czu101.
16. Stojanovski K, McWeeney G, Emiroglu N, Ostlin P, Koller T, Licari L et al. Risk factors for low vaccination coverage among Roma children in disadvantaged settlements in Belgrade, Serbia. *Vaccine*. 2012;30(37):5459–63. <http://doi.org/10.1016/j.vaccine.2012.06.072>.
17. Living Standards Measurement Study: Serbia 2002–2007. Statistical Office of the Republic of Serbia; 2008.
18. Wilson DC, Araba AO, Chinwah K, Cheeseman CR. Building recycling rates through the informal sector. *Waste Manag*. 2009;29(2):629–35. doi:10.1016/j.wasman.2008.06.016.
19. Health 2020: A European policy framework and strategy for the 21st century. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2013 (<http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/health-2020.-a-european-policy-framework-and-strategy-for-the-21st-century-2013>, accessed 7 April 2017).
20. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations; 2015 (http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E, accessed 7 April 2017).

Краткое сообщение

РИСКИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ В НЕФОРМАЛЬНОМ СЕКТОРЕ СБОРА ОТХОДОВ В СТРАНАХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ

Ivan Živanov¹, Suzana Ignjatović², Gerry McWeeney³, Dorit Nitzan⁴

¹ Страновой офис Всемирной организации здравоохранения, Белград, Сербия

² Институт социальных наук, Белград, Сербия

³ Страновой офис Всемирной организации здравоохранения, Киев, Украина

⁴ Европейское региональное бюро Всемирной организации здравоохранения, Копенгаген, Дания

Автор, отвечающий за переписку: Ivan Živanov (адрес электронной почты: izivanov@gmail.com)

АННОТАЦИЯ

В ряде стран Юго-Восточной Европы недостаточно развиты системы управления отходами. Экологические реформы в этих странах в основном продиктованы их стремлением присоединиться к Европейскому союзу (ЕС). Неформальный сектор утилизации отходов продолжает играть существенную роль в индустрии переработки отходов. Сборщики отходов, в основном представляющие народность рома, остаются одной

из наиболее обездоленных групп населения в странах Юго-Восточной Европы. Они практически не имеют формального образования, живут в плохих условиях, имеют низкий статус на рынке труда и непостоянный доход. Предыдущие исследования выявили у сборщиков мусора высокий уровень хронических заболеваний, таких как боли в спине и шее, проблемы с ногами, депрессия и тревожность. Плохое состояние здоровья

обусловлено двумя категориями факторов: угрозами, связанными с социально-экономическим положением, и профессиональными угрозами, связанными с деятельностью по сбору отходов. Необходимы дальнейшие исследования по оценке влияния профессиональных рисков на состояние здоровья неофициальных сборщиков отходов в странах Юго-Восточной Европы.

Ключевые слова: НЕФОРМАЛЬНЫЙ СБОР ОТХОДОВ, ГИГИЕНА ТРУДА, СОЦИАЛЬНЫЕ ДЕТЕРМИНАНТЫ ЗДОРОВЬЯ, ЕВРОПЕЙСКАЯ ПОЛИТИКА ВОЗ ЗДОРОВЬЕ-2020, НАРОДНОСТЬ РОМА

ВВЕДЕНИЕ

Неформальные системы управления отходами сопряжены со значительными рисками для здоровья и окружающей среды. Неофициальным сбором отходов чаще занимаются социально неблагополучные группы населения, такие как представители народности рома (1). Большое число рома проживают в странах Юго-Восточной Европы, где по-прежнему распространена практика неформального сбора отходов. Однако в этих европейских странах практически отсутствуют данные о состоянии здоровья неформальных сборщиков отходов (НСО). В основе нашего анализа лежат результаты комплексного исследования, проведенного среди рома, участвующих в неформальном сборе отходов в странах Юго-Восточной Европы, в рамках Инициативы по устойчивому регулированию отходов во имя здорового бу-

дущего (Sustainable Waste Management Initiative for a Healthier Tomorrow, SWIFT), реализуемой Европейским региональным бюро ВОЗ, а также анализ имеющихся данных по странам Юго-Восточной Европы.

НЕФОРМАЛЬНЫЙ СЕКТОР И ИНДУСТРИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЕ

Неформальный сбор отходов (неформальная переработка) определяется как «сбор, сортировка, классификация и продажа твердых отходов для обеспечения средств к существованию или для получения дополнительного дохода» (2, с. 43). Этот неформальный сектор функционирует в странах Юго-Восточ-

ной Европы уже много лет. Процесс гармонизации законов о защите окружающей среды и других нормативных актов об утилизации отходов с законодательством ЕС затронул также и этот неформальный сектор (3,4). Например, новые правила обязывают производителей отходов перерабатывать и повторно использовать определенное количество упаковочных материалов, выпускаемых ими на рынок (5). Эти законы дали стимул к развитию индустрии вторичной переработки (в 2014 г. в Сербии повторно использовалось 42,3% отходов упаковки) (6). При этом далеко не везде развиты экологически безопасные системы утилизации отходов, а к числу наиболее актуальных проблем относятся «несанкционированный сброс отходов и переполненные, антисанитарные полигоны/свалки, на которых зачастую практикуется бесконтрольное сжигание отходов» (7, с. 15).

Помимо этого, неформальный сектор поставляет значительные объемы материалов предприятиям по переработке вторсырья. В период с 2009 по 2014 г. местные коммунальные предприятия Сербии ежегодно собирали порядка 1000 тонн полиэтиленотерфалата (ПЭТ) – пластика, пригодного для вторичной переработки; благодаря усилиям НСО его объем увеличился до 1800–6700 тонн (8). С конца 1990-х годов к категориям материалов для вторичной обработки - «бумага и картон, цветные металлы, автозапчасти и материалы для повторного использования» (5) - добавились категории «ПЭТ и другие сорта пластика, стекло, электронные отходы» и т.д. Например, в бывшей югославской Республике Македония НСО сдают в утилизацию бутылки из ПЭТ (81%), картон (45%) и банки (42%) (9).

Такие значительные объемы вторичного сырья, собираемого НСО, обусловлены экономической эффективностью этого вида деятельности, в то время как сами НСО работают в условиях теневой экономики, не руководствуясь какими-либо стандартами безопасности и минимизации профессиональных рисков. Очевидно, что НСО снабжают менее дорогими материалами последующие этапы цепочки управления отходами. Например, в такой стране Евросоюза, как Румыния (Клуж-Напока), работа НСО с точки зрения ее результативности, финансовых затрат и собранных объемов отходов является более эффективной по сравнению с официальной системой их сбора, хотя и проводится в менее благоприятных условиях (5).

НСО всегда являются выходцами из маргинализованных, уязвимых и малообеспеченных групп населения. Сбором металлолома и картона традиционно занимаются представители народности рома. В бывшей югославской Республике Македония 88% НСО сообщили о своей принадлежности к народности рома (9). По мере появления новых рынков вторичного сырья, такого как ПЭТ и другие виды пластика, алюминиевые банки, электронные отходы, стекло и автомобильные аккумуляторы, изменялась структура контингента НСО. Неформальным сбором мусора стали заниматься люди старшего возраста и другие лица с низким уровнем дохода (10). При этом информацию о количестве НСО могут предоставить только перерабатывающие предприятия. В Сербии самое крупное предприятие по переработке ПЭТ в 2014 г. сотрудничало с 5176 НСО (8), и более 30 000 НСО участвовали в сборе упаковочных отходов (11). В одном только Скопье, бывшая югославская Республика Македония, действуют 5000 НСО (9, 12).

УГРОЗЫ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ, СВЯЗАННЫЕ С НЕФОРМАЛЬНЫМ СБОРОМ ОТХОДОВ

В отношении регулируемого сектора сбора твердых отходов накоплено больше информации, чем о неформальном секторе (2). Исследования, проведенные в Аргентине, Бразилии, на Филиппинах, в Южной Азии и Вьетнаме, а также в США и Канаде, выявили, что показатели здоровья у неформальных сборщиков вторсырья по многим аспектам хуже, чем таковые у населения в целом, включая продолжительность жизни, риск детской смертности, уровень младенческой смертности и восприятие здоровья и благополучия. Вопрос заключается в том, с какими рисками – профессиональными или социально-экономическими – связана укороченная продолжительность жизни НСО, обусловленная травмами, несчастными случаями или смертью (2).

В развивающихся странах обращение с отходами и вторсырьем обычно не регулируется законодательством и поэтому ассоциируется с плохими условиями труда (13). НСО подвергаются рискам для здоровья, связанным со сбором и хранением материалов для перепродажи (работа с опасными мате-

риалами, профессиональные травмы) (2). Кроме того, деятельность НСО наносит вред окружающей среде (стихийные мусорные свалки пластиковых и других загрязняющих материалов).

Существуют различные типы угроз, ассоциирующихся с неформальным сбором отходов и способных нанести вред всему сообществу, к числу которых относятся эргономические, химические и биологические угрозы, угроза безопасности, вред от чрезмерной физической нагрузки, а также психологические и экологические угрозы (13). Проведенный метаанализ показал, что НСО имеют схожие проблемы со здоровьем: боли в спине, руках, плечах и ногах; травмы, дорожно-транспортные происшествия, рваные раны и инфекции; инфекции верхних дыхательных путей и бронхит. В крови сборщиков вторсырья обнаруживаются высокие уровни тяжелых металлов, таких как свинец, ртуть и кадмий (2). Исследование, проведенное Рау и коллегами в Индии, продемонстрировало более высокие показатели респираторных заболеваний среди сборщиков мусора по сравнению с контрольной группой (14).

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОЛОЖЕНИЯ И СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ НСО В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЕ

Несмотря на широкое распространение практики неформального сбора отходов в странах Юго-Восточной Европы, по этой проблеме проводится недостаточно глубинных исследований. Исследование SWIFT в Европейском регионе ВОЗ (первое исследование по вопросам здоровья и питания среди населения рома в Сербии) было проведено в 2009 г. с участием 1698 рома, проживавших в ромских поселениях в Белграде, с использованием метода двухэтапной гнездовой выборки с охватом детей в возрасте 6–59 месяцев (15, 16). Целью исследования было комплексное изучение состояния здоровья ромского сообщества с акцентом на социальные детерминанты здоровья. Опросник состоял из следующих модулей: социально-экономический статус (жилищные условия, доход, образование

и занятость), доступ к услугам здравоохранения, доступ к программам социального обеспечения, хронические заболевания, здоровье детей до 2 лет, питание детей до 5 лет и гигиена труда. Исследование, организованное и проведенное страновым офисом ВОЗ в Сербии (15), было одобрено Министерством здравоохранения Сербии; все респонденты дали свое согласие на участие (15). Другой опрос был проведен в 2015 г. организацией Ракомак в бывшей югославской Республике Македония с участием выборки из 350 НСО в 10 муниципалитетах страны. Основной темой опроса была деятельность по сбору вторсырья, ряд вопросов касался также состояния здоровья респондентов (9).

Положение НСО в странах Юго-Восточной Европы во многом определяется социальными детерминантами здоровья, включая низкий уровень формального образования, неблагоприятные условия проживания, чрезвычайно низкий правовой статус на рынке труда, отсутствие финансовых ресурсов и мизерный доход, дискриминация и негативное отношение со стороны населения. Исследование в Бывшей югославской Республике Македония показало, что порядка 33% НСО (преимущественно рома) в Скопье не имеют постоянного жилья или проживают в условиях, не соответствующих минимальным стандартам (9). Жилищные условия НСО-рома в Сербии (операционное определение для респондентов: «неформальный сбор отходов является одним из трех основных источников дохода») были хуже, чем таковые у населения в целом, а также у лиц, находящихся за чертой бедности и не являющихся НСО (17) (см. табл.1). Помимо этого 40% НСО в Бывшей югославской Республике Македония и 66% НСО рома в Сербии были старше 18 лет и не имели образования (9).

Дети из семей людей, не являющихся НСО, чаще имели прививочные карты, что ассоциируется с более высоким охватом вакцинацией (отношение шансов (ОШ) = 3,7; доверительный интервал (ДИ) (2,1; 6,7)) (16). У рома из семей НСО чаще не было медицинской страховки (ОШ = 5,3; ДИ (2,1; 13,4)) (15).

В рамках исследования SWIFT 74% НСО старше 20 лет заявили о наличии как минимум одного хронического заболевания. Треть НСО жаловались на боль в спине или шее, а четверть сообщили о проблемах с ногами. О наличии респираторных заболеваний сообщили 19% НСО старше 20 лет (см. рис. 1). Проблемы

со здоровьем, вероятнее всего, связаны с ежедневной работой НСО по сбору отходов на улицах и свалках. Например, почти треть НСО старше 20 лет (32%) сообщили о том, что они были умеренно ограничены в повседневной деятельности за последние шесть месяцев, а 15% с НСО сообщили, что были сильно ограничены из-за проблем со здоровьем. Необходимо проведение дальнейших исследований среди НСО для изучения причинно-следственной связи в отношении рисков и других детерминант их здоровья (жилищные условия, плохое питание и т.д.). Еще одна актуальная проблема связана с угрозами для здоровья, которые несет в себе работа по обращению с отходами. Результаты исследования 2015 г. показывают, что НСО в бывшей югославской Республике Македония не используют такие средства индивидуальной защиты, как перчатки, маска, шлем и т.д. (9). Этот вопрос требует дальнейшего изучения, поскольку неформальный сбор отходов обычно подразумевает не только прямой их сбор у производителей мусора (например, в магазинах или других малых предприятиях), но и сбор из общественных мусорных контейнеров и на законных и стихийных свалках.

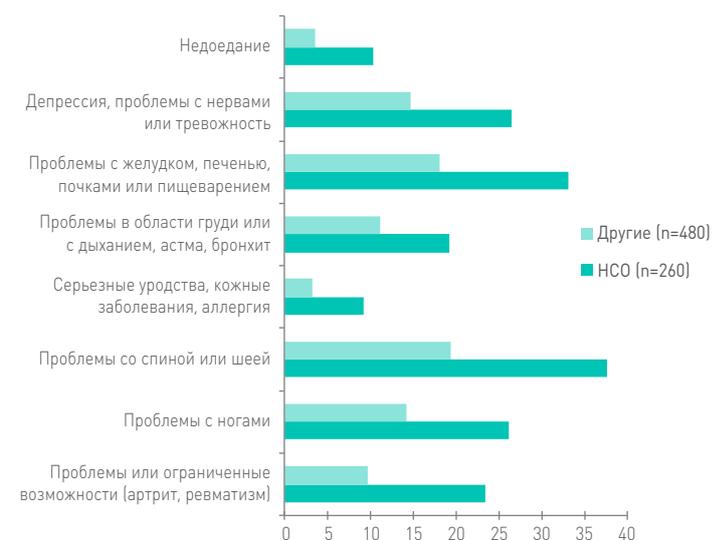
ВЫВОДЫ

Результаты исследования показывают, что неформальный сбор отходов связан с повышенными рисками для здоровья НСО. Однако наша оценка основана на самоотчетах респондентов и позволяет сделать лишь предварительные выводы. При проведении дальнейших исследований целесообразно использовать другие методы, например, следует изучить уровень опасных химических веществ в крови НСО.

С одной стороны, мероприятия по неформальному сбору отходов сопряжены с проблемами со здоровьем и рисками для безопасности и окружающей среды (5). Работники этой сферы остро нуждаются в мерах по профилактике, выявлению и лечению болезней, а также по снижению заболеваемости, связанной с их трудовой деятельностью. Однако во многих случаях у НСО нет доступа к первичным медико-санитарным услугам. С другой стороны, работа в неформальном секторе позволяет НСО обеспечить себе и своим семьям значительный доход в ситуации, когда у них нет каких-либо других возможных альтернатив. Кроме того, прослеживается тесная связь между неформальным сектором и индустрией

вторичной переработки отходов, поскольку НСО являются наиболее экономически эффективными поставщиками перерабатываемых отходов (18). В этой связи дальнейшие политические меры должны быть направлены на повышение доступа НСО к первичным медико-санитарным услугам, внедрение стандартов применения защитных средств и реагирование на социально-экономические последствия мероприятий по неформальному сбору отходов. Это еще одна область, в которой требуется реализация европейской политики ВОЗ Здоровье-2020 (19) и Повестки дня Организации Объединенных Наций в области устойчивого развития на период до 2030 года (20). Для улучшения состояния здоровья НСО в странах Юго-Восточной Европы также необходимо принять во внимание и другие аспекты уязвимости. Население рома в Европе непропорционально сильно обременено проблемами со здоровьем, что признается в политике Здоровье-2020 (19), но, по всей видимости, оно так же непропорционально сильно страдает от угроз для здоровья, связанных с неформальным сбором отходов. Реагирование на сложную проблему неформального сектора сбора отходов требует применения «комплексных стратегических подходов, направленных на устранение множественных причин социальной изоляции» (19, с. 82).

РИСУНОК 1. СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НСО-РОМА СТАРШЕ 20 ЛЕТ В СЕРБИИ (%)



Источник: SWIFT (2009), $P < 0,001$.

Другие: это респонденты из ромских поселений Белграда, которые не сообщили о неформальном сборе отходов как об одном из трех основных источников дохода.

НСО: респонденты из ромских поселений Белграда, которые сообщили, что неформальный сбор отходов является для них одним из трех основных источников дохода.

ТАБЛИЦА 1. ДОСТУП ДОМОХОЗЯЙСТВ НСО К БАЗОВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ И ТОВАРАМ ДЛИТЕЛЬНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕРБИИ (%)

	НСО* (n=117)	Не являются НСО* (n=171)	Население в целом **	Население в целом – жители городских поселений**	Население в целом – население за чертой бедности **
Электричество	52,1*	77,2	99,8	99,9	97,3
Водопроводное снабжение	47,9*	90,0	95,2	99,4	71,2
Канализация	22,2*	38,1	92,2	98,2	58,4
Плита	61,6*	87,1	100,0	100,0	100,0
Холодильник	50,4*	84,8	76,0	69,0	76,3
Автомобиль	12,0*	24,6	48,9	51,2	13,6

Источник: *SWIFT (2009), уровень значимости хи-квадрат-теста $P < 0,05$; **Статистическая служба Республики Сербия (2008) LSMS.
НСО: респонденты из ромских поселений Белграда, которые сообщили, что неформальный сбор отходов является для них одним из трех основных источников дохода.
Не являются НСО: другие респонденты из ромских поселений Белграда, которые не сообщили о неформальном сборе отходов как об одном из трех основных источников дохода.

Выражение признательности: не указано.

Источники финансирования: не указаны.

Конфликт интересов: не заявлен.

Ограничение ответственности: авторы несут самостоятельную ответственность за мнения, выраженные в данной публикации, которые не обязательно представляют решения или политику Всемирной организации здравоохранения.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Waste and human health: Evidence and needs. WHO Meeting Report, 5–6 November 2015, Bonn, Germany. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2016 (http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/317226/Waste-human-health-Evidence-needs-mtg-report.pdf?ua=1, по состоянию на 7 апреля 2017 г.).
2. Binion E, Gutberlet J. The effects of handling solid waste on the wellbeing of informal and organized recyclers: a review of the literature. *Int J Occup Environ Health*. 2012;18(1):43–52. doi:10.1179/1077352512Z.0000000001.
3. The national waste management strategy for the period 2010–2019. Official Gazette of the Republic of Serbia No. 29/2010; 2010 (<http://ecodev.rs/sr/documents/3%20Nezvanicni%20prevodi%20dokumenata%20na%20engleski%20jezik/5%20Otpad/Waste-management-strategy-for-the-period-2010-19.pdf>, по состоянию на 7 апреля 2017 г.).
4. Ilić M, Nikolić M. Waste management benchmarking: A case study of Serbia. *Habitat International*. 2015;53:453–60. <http://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.12.022>.
5. Scheinberg A, Nesić J, Savain R, Luppi P, Sinnott P, Petean F et al. From collision to collaboration – Integrating informal recyclers and re-use operators in Europe: A review. *Waste Manag Res*. 2016;34(9):820–39. doi:10.1177/0734242X16657608.
6. Izveštaj o upravljanju ambalažom i ambalažnim otpadom u 2015. godini [Report on packaging and packing waste in 2015]. Ministry of Agriculture and Environmental Protection of the Republic of Serbia/Serbian Environmental Protection Agency; 2015.
7. Plastic/PET waste recycling in the South-East Europe sub-region, with a focus on Bosnia and Herzegovina, Croatia and Serbia. International Solid Waste Association/United Nations Environment Programme; 2012.
8. Mateski M. Značaj neformalnih sakupljača u razvoju industrije reciklaže PET otpada [The role of informal waste collectors in the development of the PET recycling industry]. Serbian Chamber of Commerce; 2015 (<http://www.greentech.rs/pp/Uloga-individualnih-sakupljaca.pptx>, по состоянию на 7 апреля 2017 г.).
9. Неформалните собирачи, клучни во процесот на селектирање и собирање на отпад [Informal waste collectors play the key role in the process of waste

- sorting and collection]. Skopje: Pakomak; 2015 (https://www.pakomak.com.mk/PakomakSite/soopstenija/16_Neformalni_sobiraci_na_otpad_istrazuvanje_Pakomak_22_12_2015.doc, по состоянию на 7 апреля 2017 г.).
10. Stokanic D. Za život zarađuju skupljanjem PVC flaša [Earning a living from PET bottles]. Banja Luka: Glas Srpske; 2015 (<http://www.glassrpske.com/banjaluka/gradske teme/Za-zivot-zaradjuju-skupljanjem-PVC-flasa/lat/190851.html>, по состоянию на 7 апреля 2017 г.).
 11. Srbija i nacionalni ciljevi [The national goals of Serbia]. Novi Sad: Reciklaza; October 2015 (<http://asocijajareciklera.com/download/Reciklaza-ElektronskiBilten1.pdf>, по состоянию на 7 апреля 2017 г.).
 12. Kremer I, Sjostrand J. Implementation of EU Waste Recycling Regulation in Macedonia: The Challenges of Policy Integration and Normative Change. Berkeley: Institute of European Studies, University of California; 2013.
 13. Da Silva MC, Fassa AG, Siqueira CE, Kriebel D. World at work: Brazilian ragpickers. *Occup Environ Med.* 2005;62(10):736–40. doi:10.1136/oem.2005.020164.
 14. Ray MR, Mukherjee G, Roychowdhury S, Lahiri T. Respiratory and general health impairments of ragpickers in India: a study in Delhi. *Int Arch Occup Environ Health.* 2004;77(8):595–98. doi:10.1007/s00420-004-0564-8.
 15. Kaluski DN, Stojanovski K, McWeeney G, Paunovic E, Ostlin P, Licari L et al. Health insurance and accessibility to health services among Roma in settlements in Belgrade, Serbia – the journey from data to policy making. *Health Policy Plan.* 2015;30(8):976–84. doi:10.1093/heapol/czu101.
 16. Stojanovski K, McWeeney G, Emiroglu N, Ostlin P, Koller T, Licari L et al. Risk factors for low vaccination coverage among Roma children in disadvantaged settlements in Belgrade, Serbia. *Vaccine.* 2012;30(37):5459–63. <http://doi.org/10.1016/j.vaccine.2012.06.072>.
 17. Living Standards Measurement Study: Serbia 2002–2007. Statistical Office of the Republic of Serbia; 2008.
 18. Wilson DC, Araba AO, Chinwah K, Cheeseman CR. Building recycling rates through the informal sector. *Waste Manag.* 2009;29(2):629–35. doi:10.1016/j.wasman.2008.06.016.
 19. Здоровье-2020: основы европейской политики и стратегия для XXI века. Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ; 2013 (<http://www.euro.who.int/ru/publications/abstracts/health-2020.-a-european-policy-framework-and-strategy-for-the-21st-century-2013>, по состоянию на 7 апреля 2017 г.).
 20. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Нью-Йорк: Организация Объединенных Наций; 2015 (http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&referer=http://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/&Lang=R, по состоянию на 7 апреля 2017 г.).

Short communication

BULGARIA: LESSONS LEARNT FROM IMPLEMENTING ACTIONS FOR PREVENTION OF ASBESTOS RELATED DISEASES

Katya Vangelova, Irina Dimitrova

National Center of Public Health and Analyses, World Health Organization Collaborating Centre for Occupational Health, Sofia, Bulgaria

Corresponding author: Katya Vangelova (email: k.vangelova@ncpha.government.bg)

ABSTRACT

Bulgaria is a country in south-eastern Europe. It banned the import, production and use of all types of asbestos in 2005, but was still producing and using asbestos products in the last 3–4 decades of the last century. The country implemented a requirement for health surveillance of asbestos-exposed workers in 1973 and, despite difficulties related to economy transition, has been implementing limits for asbestos exposure following examples of good practice of more developed countries, including a ban on crocidolite and amosite asbestos in 1992. Asbestos-related diseases are recognized as occupational, but are underreported, according to the National Cancer Register of Bulgaria. Mesothelioma cases are increasing in Bulgaria, but the incidence rate is much lower compared with industrialized countries, most probably due to comparatively low overall asbestos consumption and a more recent start for asbestos use, as well as preventive actions, especially enforcement of exposure limits.

Keywords: ASBESTOS, MESOTHELIOMA CASES, MESOTHELIOMA INCIDENCE RATE, OCCUPATIONAL EXPOSURES, PREVENTIVE ACTIONS

BACKGROUND

Asbestos is a well-established human carcinogen; according to global estimates, at least 107 000 people die annually from mesothelioma, other types of asbestos-related cancer and asbestosis (1, 2). The World Health Organization has repeatedly called on countries to stop using asbestos (3) and thus prevent asbestos-related diseases (ARDs). In response, many countries have banned asbestos, but the burden of ARDs is causing concern even in countries that imposed the ban in the early 1990s (4–6).

Bulgaria is a country in south-eastern Europe that totally banned the import, production and use of asbestos in 2005, but was still producing and using asbestos products in the last 3–4 decades of the last century. Compared with industrialized countries, Bulgaria started using asbestos later (in around 1960) and, despite difficulties related to economic transition, has implemented preventive actions. The aim of this paper was to follow the impact of

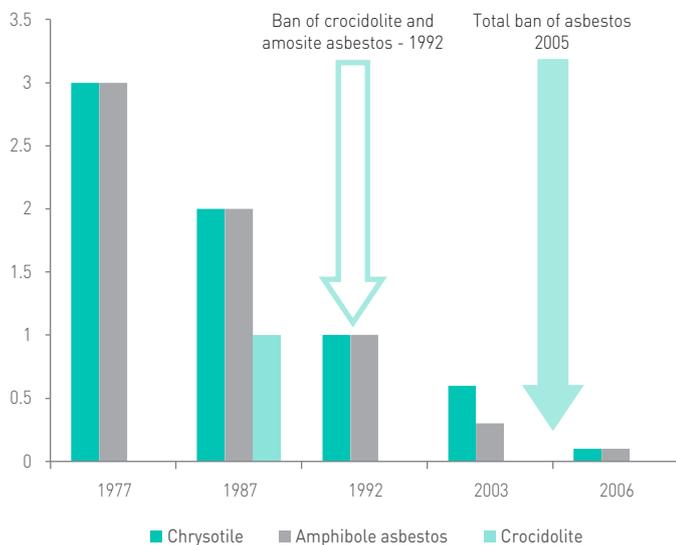
preventive actions on health outcomes related to asbestos exposure in Bulgaria.

IMPLEMENTATION OF PREVENTIVE ACTIONS

Preventive actions for ARDs were initiated in 1973 (about 1 decade after asbestos use started), with the establishment of health surveillance of asbestos-exposed workers. The second step was made in 1977 with a legislative requirement for a limit value for the average shift concentration of respirable asbestos fibres, initially set to 3 f/cm³ and further reduced to 1 f/cm³ in 1992 (Fig. 1). In 1992, a ban was introduced on the import and use of the most hazardous types of asbestos (crocidolite and amosite) and of products containing them, and the use of asbestos-containing materials and products in the building of hospitals, children's institutions, schools, houses and sport premises. Measurement of fibre concentrations in work

environments and in asbestos-containing products was required and capacity was built to ensure this.

FIG. 1. THRESHOLD LIMIT VALUES FOR ASBESTOS IN BULGARIA, 1977–2006



In 2001, a national programme for the gradual reduction and phasing out of asbestos use (2001–2008) was introduced, including the following actions:

- harmonization of Bulgarian legislation on asbestos with European Union (EU) legislation;
- improving the protection of workers from hazards related to asbestos; and
- prevention and reduction of environmental pollution by asbestos.

Bulgaria banned the import, production and use of all types of asbestos fibres in 2005 and harmonized Bulgarian legislation on asbestos with EU legislation by introducing amendments in the Health Act (2004) (7), Law on Health and Safety at Work (2008) (8), Environmental Protection Act (2002) (9) and Waste Management Act (2003) (10), as well as setting up processes to ensure compliance with this legislation. In 2006, measures to protect workers from risks related to asbestos exposure at work were defined as: introducing a permit system for removing asbestos-containing thermal insulation and for demolishing buildings and other structures; limiting the concentration to 0.1 asbestos fibres/cm³ air and controlling levels of contamination after asbestos handling; implementing

risk assessment; implementing health surveillance; informing workers about health risks; and providing suitable protective equipment.

ASBESTOS EXPOSURE IN THE PAST

Precise numbers of workers at risk of asbestos exposure in the past are unavailable; however, an overall number of 27 000 is estimated for the 1973–2012 period, while 1188 individuals were exposed to asbestos in 2012, according to employer statements (11).

During 1977–1989, the average shift concentration of respirable asbestos fibres exceeded the limits for dust-releasing operations at nearly all major asbestos processors in Bulgaria, in some workplaces, by 10–15 times (11); however, after 1993 most workplaces studied met the requirements. By 2000, raw asbestos mining and production, asbestos cement and asbestos textile production, and the use of asbestos-containing products had greatly diminished in Bulgaria.

ARDs

During 1980–2000, the number of new cases of asbestosis, pleural plaques and pleural thickening was reported to vary from 131 to 201 annually (12), but the study found no evidence of malignant ARDs. Data from the Bulgarian Occupational Diseases Register (National Social Security Institute) show between one and four newly registered cases of asbestosis annually over the last 10 years (13), but reports of investigations into the occupational etiology of malignant ARDs have not yet been submitted. Nevertheless, malignant ARDs are included in the list of occupational diseases in Bulgaria (14).

The National Cancer Register of Bulgaria shows that cases of lung cancer (all causes) are increasing (15, 16), but there are no data on how many cases were investigated for asbestos etiology. Malignant mesothelioma is almost exclusively attributable to previous asbestos exposure (4), and mesothelioma incidence in Bulgaria increased from five cases in 1993 to 58 in 2013, with 666 new cases during the 1993–2013 period (17). This is unsurprising because asbestos has been used recently in Bulgaria and high levels

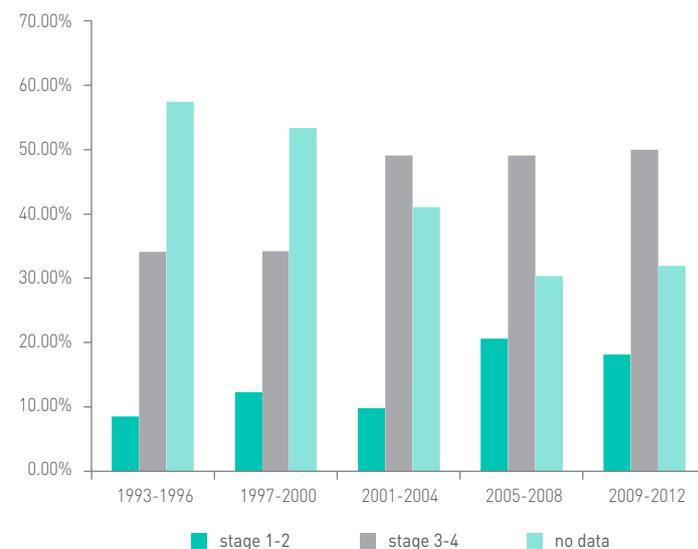
of occupational asbestos exposure were recorded during the 1977–1989 period (11). Several studies have provided evidence that the extent of asbestos use/ asbestos exposure is linked to incidence and mortality rates for ARDs at the national level (18–20). Data on age-standardized mortality rates for mesothelioma and asbestosis in Bulgaria have been reported by Kameda et al. (18).

Data from the National Cancer Register show that both the number of registered mesothelioma deaths and the mortality rate remain much lower compared with the number of new mesothelioma cases and the incidence rate, even though 93% of all newly diagnosed patients survive for no more than two years (17). We therefore consider that the mesothelioma incidence rate provides a better description of the asbestos burden in the country.

A comparison of the mesothelioma incidence rate among EU countries (Table 1) for the period 2003–2007 shows that the rate in Bulgaria remains lower than in industrialized countries (18). Bulgaria started to use asbestos in about 1960, and asbestos consumption over the 1971–2000 period was calculated to be 1.31 kg/capita/year, which is lower than in many EU countries (20). Bulgaria has also been implementing asbestos exposure limits, including a ban on the import and use of crocidolite and amosite in 1992, a ban on all types of asbestos fibres in 2005, and controlling workplace exposure.

Health surveillance is required for asbestos-exposed workers in Bulgaria, but there are no special requirements for health screening after retirement or upon changing workplace. Delgermaa et al. reported that all forms of mesothelioma predominantly affect elderly individuals (4), and the increase in mesothelioma cases in Bulgaria mainly involves individuals over 60 years old (17). Data from the National Cancer Register show that, more recently, the number of unstaged cases of mesothelioma has been decreasing but that more cases are diagnosed at both early and late disease stages (Fig. 2). These findings indicate a need to establish a national ARD register and to monitor asbestos-exposed workers after retirement or upon changing workplace.

FIG. 2. PERCENTAGE OF REGISTERED MESOTHELIOMA CASES BY STAGE, 1993–2012



Source: Data provided by the National Cancer Register.

RECENT DEVELOPMENTS

In 2015, the National Asbestos Profile of Bulgaria was developed, following the structure proposed by the World Health Organization, to provide information and define baseline levels for eliminating ARDs, identifying populations at risk from current and previous asbestos exposure, and implementing a system for the inspection and enforcement of asbestos exposure limits, with the main objective eliminating ARDs (11). Information from regional control authorities showed that the permit system for the removal/demolition of asbestos materials and structures and legislative requirements concerning asbestos were followed, but some inconsistencies were found (11). Measures suggested for improving prevention of asbestos-related risks include strengthening controls against asbestos exposure, establishing a national register for asbestos-exposed workers, organizing health surveillance of asbestos-exposed workers after retirement, improving the capacity of health and safety-at-work professionals, and raising awareness in the population about asbestos-related health risks and possible asbestos exposures.

CONCLUSIONS

The mining, production and use of asbestos and asbestos-containing materials in Bulgaria have now stopped. For years, a permit system for working with

TABLE 1. ASBESTOS CONSUMPTION AND MESOTHELIOMA INCIDENCE RATES IN BULGARIA AND SEVERAL EU COUNTRIES, 2003–2007

Country	Asbestos consumption (kg / capita / year)		Mesothelioma incidence rate (per 100 000), 2003–2007			
	1920–1970	1971–2000	Male		Female	
			Crude rate	Age standardized incidence	Crude rate	Age standardized incidence
Austria*	1.17	2.09	0.9–1.6	0.6–1.1	0.4–0.7	0.2–0.3
Belgium	3.08	3.02	4.0	2.2	0.8	0.4
Bulgaria	0.14	1.31	0.7	0.4	0.3	0.2
Croatia	0.78	3.57	2.4	1.5	0.5	0.3
Cyprus	6.41	2.36	1.6	1.1	0.6	0.3
Czech Republic	0.82	1.85	0.8	0.5	0.4	0.2
Denmark	2.16	1.97	3.1	1.8	0.6	0.3
Estonia	0.07	0.06	0.4	0.3	0.2	0.1
Finland	1.49	0.86	2.7	1.5	0.7	0.3
France*	1.08	1.44	1.1–4.4	0.6–2.5	0.2–1.3	0.1–0.5
Germany*	1.17	2.18	1.3–12.4	0.6–6.0	0.5–2.0	0.2–0.8
Iceland	1.29	0.30	1.2	0.6	0.3	0.3
Italy*	0.83	1.61	0.9–15.1	0.5–5.6	0.2–4.0	0.1–1.3
Ireland	-	1.57	1.2	1.0	0.3	0.2
Latvia	0.26	0.66	0.7	0.5	0.6	0.3
Lithuania	0.05	0.14	0.4	0.3	0.2	0.1
Netherlands	0.84	0.87	3.0–5.0	1.8–3.0	0.6–0.7	0.3–0.4
Norway	0.98	0.36	2.9	1.7	0.6	0.3
Poland*	0.39	1.79	0.4–1.0	0.3–0.6	0.2–0.8	0.1–0.4
Slovakia	1.52	3.01	0.6	0.4	0.3	0.2
Slovenia	1.70	6.78	2.2	1.4	0.8	0.4
Spain*	0.51	1.35	0.3–2.3	0.2–1.2	0.0–1.1	0.0–0.6
Sweden	1.20	0.51	2.2	1.2	0.5	0.2
United Kingdom*	1.92	1.03	4.9–8.8	2.7–4.2	0.6–1.6	0.3–0.7

* Mesothelioma incidence rate is presented as a range for countries presented by regions in IARC Scientific Publication (19)

Sources: data on asbestos consumption are extracted from Kameda et al. (18) and on mesothelioma incidence rates in Bulgaria and several EU countries (2003–2007) are extracted from country reports in Forman et al. (19).

asbestos-containing materials during demolition or removal of asbestos-containing structures has been in place, along with strict control of respirable asbestos fibre concentrations and preventive actions to minimize health risks. However, problems related to phasing out

asbestos use and to asbestos-related morbidity and mortality will probably remain for decades.

Although data from the National Cancer Register show an increasing number of mesothelioma cases in

Bulgaria, the mesothelioma incidence remains lower than in industrialized countries. This is probably due to comparatively low overall asbestos consumption and a more recent start for asbestos use, as well as limiting asbestos exposure by following good working practice, as implemented in more developed countries.

The lack of an efficient registration system for occupational diseases in Bulgaria currently masks the magnitude of the occupational burden of ARDs, as shown by the number of registered mesothelioma cases in the National Cancer Register. It is necessary to investigate whether bronchial carcinoma cases are asbestos related and to improve registration of occupational diseases, including ARDs.

LESSONS LEARNT

1. The most effective action for prevention of ARDs is eliminating or limiting asbestos exposure via an immediate and total ban on the use of all types of asbestos fibres and strict control of exposure during the removal/demolition of asbestos-containing thermal insulation, buildings and structures to limit the number of exposed workers and the number and magnitude of exposures per worker.
2. Health surveillance of exposed workers and long-term follow-up at the national level are needed to ensure the early detection of ARDs. Retired workers should be included because of the long latency period before development of malignant ARDs.

Acknowledgements: The authors would like to thank to National Cancer Register of the University Specialized Hospital for Active Treatment in Oncology, Bulgaria, for providing data on registered mesothelioma cases and the National Social Security Institute for providing data on registered occupational ARDs.

Sources of funding: None declared.

Conflicts of interest: None declared.

Disclaimer: The authors alone are responsible for the views expressed in this publication and they do not necessarily represent the decisions or policies of World Health Organization.

REFERENCES

1. Elimination of asbestos-related diseases. Geneva: World Health Organization; 2014 (http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/Elimination_asbestos-related_diseases_EN.pdf?ua=1, accessed 19 December 2016).
2. Asbestos: elimination of asbestos-related diseases [fact sheet]. Geneva: World Health Organization; 2016 (<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs343/en>, accessed 19 December 2016).
3. Outline for the development of national programmes for elimination of asbestos-related diseases. Geneva: World Health Organization; 2007 and 2014 (http://www.who.int/occupational_health/publications/elim_asbestos_doc_en.pdf?ua=1, accessed 19 December 2016).
4. Delgermaa V, Takahashi K, Park EK, Le GV, Hara T, Sorahanet T. Global mesothelioma deaths reported to the World Health Organization between 1994 and 2008. *Bull World Health Organ.* 2011;89:716–724, 724A–724C. doi:10.2471/BLT.11.086678.
5. Robinson BW, Musk AW, Lake RA. Malignant mesothelioma. *Lancet.* 2005;366:397–408. doi:10.1016/S0140-6736(05)67025-0.
6. Bianchi C, Bianchi T. Malignant mesothelioma: Global incidence and relationship with asbestos. *Ind Health.* 2007;45:379–387.
7. Закон за здравето [Health Act]. *State Gazette.* 70, 2004; последни изм. и доп. [Last amendments]. *State Gazette.* 27, 2016 [in Bulgarian; <http://www.lex.bg/laws/ldoc%20/2135489147>, accessed 23 December 2016).
8. Закон за здравословни и безопасни условия на труд [Law on Health and Safety at Work]. *State Gazette.* 124, 1997; последни изм. и доп. [Last amendments]. *State Gazette.* 79, 2015 [in Bulgarian; <http://www.lex.bg/laws/ldoc/2134178305>, accessed 23 December 2016).
9. Закон за опазване на околната среда [Environmental Protection Act]. *State Gazette.* 91, 2002; последни изм. и доп. [Last amendments]. *State Gazette.* 62, 2015 [in Bulgarian; <http://lex.bg/laws/ldoc/2135458102>, accessed 23 December 2016).
10. Закон за управление на отпадъците [Waste Management Act]. *State Gazette.* 53, 2012; последни изм. и доп. [Last amendments]. *State Gazette.* 105, 2016 [in Bulgarian; <http://lex.bg/laws/ldoc/2135458102>, accessed 23 December 2016).
11. Vangelova K, Dimitrova S, Dimitrova I. Национален азбестов профил на България [National asbestos profile of Bulgaria]. Sofia: National Center of Public Health and Analyses; 2015 [in Bulgarian; http://ncphp.government.bg/files/National%20Asbestos%20Profile_Bulgaria_2015-bg.pdf, accessed 23 December 2016).

12. Petrova E. Проблема с праха и професионалните белодробни болести в нашата страна [The problem with dust and occupational lung diseases in our country]. *Occupational Safety and Health*. 2005;7(4):30–35 (in Bulgarian).
13. Статистическа информация за професионалните болести, признати през 2009–2013 г. [Statistical information on occupational diseases recognized in 2009–2013]. Sofia: National Social Security Institute; 2014 (in Bulgarian; http://www.nssi.bg/images/bg/about/statisticsandanalysis/statistics/trs/Prof_bolesti_2009-2013.pdf, accessed 23 December 2016).
14. Списък на професионалните заболявания [List of Occupational Diseases]. Постановление на Министерски Съвет [Council of Ministers Decree] No 175 from 16.07.2008. *State Gazette*. 66, 2008 (in Bulgarian; <http://www.nssi.bg/images/bg/legislation/ordinances/spisak.pdf>, accessed 23 December 2016).
15. Valerianova Z, Dimitrova N, Petkova I, Usunova L, Yordanova M, Grozeva T et al., editors. *Cancer incidence in Bulgaria, 2013*. Sofia: Paradigma Publishing House; 2015.
16. Национален Раков Регистър [National Cancer Registry]. (in Bulgarian; <http://www.sbaloncology.bg/bg/bulgarian-cancer-registry.html>, accessed 19 December 2016).
17. Vangelova K, Dimitrova I. Asbestos exposure and mesothelioma incidence and mortality in Bulgaria. *Rev Environ Health*. 2016;31(2):203–209. doi: 10.1515/reveh-2016-0007.
18. Kameda T, Takahashi T, Kim R, Jiang Y, Movahed M, Park E-K et al. Asbestos: use, bans and disease burden in Europe. *Bull World Health Organ*. 2014;92:790–797. doi: 10.2471/BLT.13.132118.
19. Forman D, Bray E, Brewster DH, Gombe Mbalawa I, Kohler B, Piñeros M et al., editors. *Cancer Incidence in Five Continents Vol. X*. IARC Scientific Publication No. 164. Lyon: International Agency for Research on Cancer; 2014 (<http://www.iarc.fr/en/publications>, accessed 19 December 2016).
20. Sen D. Working with asbestos and the possible health risks. *Occup Med (Lond)*. 2015;65(1):6–14. doi: 10.1093/occmed/kqu175.

Краткое сообщение

БОЛГАРИЯ: УРОКИ, ИЗВЛЕЧЕННЫЕ В ХОДЕ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ МЕР ПО ПРОФИЛАКТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ, СВЯЗАННЫХ С АСБЕСТОМ

Katya Vangelova, Irina Dimitrova

Национальный центр общественного здоровья и анализа, Сотрудничающий центр ВОЗ по гигиене труда, София, Болгария

Автор, отвечающий за переписку: Katya Vangelova (адрес электронной почты: k.vangelova@ncpha.government.bg)

АННОТАЦИЯ

<p>Болгария является одной из стран Юго-Восточной Европы. С 2005 г. импорт, производство и использование всех видов асбеста в Болгарии запрещены, но в последние три-четыре десятилетия прошлого века изделия из него производились в стране и использовались. В 1973 г. был введен санитарный контроль за здоровьем работников, подвергавшихся воздействию асбеста. Несмотря на</p>	<p>трудности, связанные с переходной экономикой, в 1992 г. Болгария, опираясь на передовой опыт более развитых стран, ввела ограничения на экспозицию к асбесту, включая запрет на крокидолит и амозит. Заболевания, связанные с асбестом, признаны в Болгарии профессиональными, но статистика по ним, согласно данным Национального онкологического регистра, является</p>	<p>неполной. Число случаев мезотелиомы в Болгарии растет, но показатель заболеваемости существенно ниже, чем в промышленно развитых странах, скорее всего, из-за относительно низкого общего потребления асбеста и более позднего начала его использования, а также благодаря внедрению профилактических мер, особенно в отношении соблюдения пределов его воздействия.</p>
--	--	---

Ключевые слова: АСБЕСТ, СЛУЧАИ МЕЗОТЕЛИОМЫ, ПОКАЗАТЕЛЬ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ МЕЗОТЕЛИОМОЙ, ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕ, ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРЫ

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Асбест является хорошо известным канцерогеном для человека; согласно мировым оценкам не менее 107 000 человек ежегодно умирают от мезотелиомы, других видов связанного с асбестом рака и асбесто-за (1, 2). Всемирная организация здравоохранения неоднократно призывала страны прекратить использование асбеста (3) и тем самым предотвратить заболевания, связанные с асбестом (ЗСА). В ответ многие страны запретили асбест, но бремя ЗСА вызывает озабоченность даже в странах, которые ввели такой запрет еще в начале 1990-х гг. (4–6).

Болгария, страна Юго-Восточной Европы, в 2005 г. полностью запретила импорт, производство и использование асбеста, но в последние три-четыре

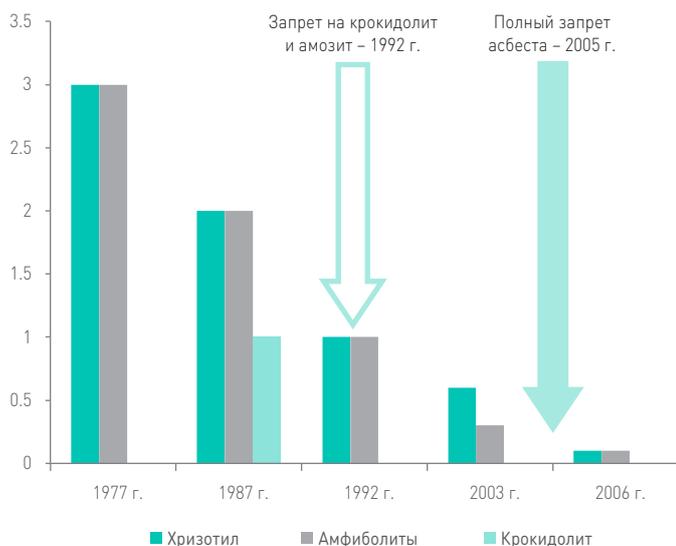
десятилетия прошлого века изделия из него здесь производились и использовались. В сравнении с промышленно развитыми странами Болгария начала использовать асбест позже (примерно в 1960 г.) и, несмотря на трудности, связанные с переходной экономикой, проводит необходимые профилактические меры. Цель исследования – проследить влияние предпринятых мер на показатели здоровья в стране, в том числе на заболеваемость, обусловленную воздействием асбеста.

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕР

Профилактические меры в отношении ЗСА начали применяться в 1973 г. (примерно спустя десятилетие

с начала использования асбеста) с введением санитарного контроля за здоровьем работников, подвергавшихся воздействию асбеста. Второй шаг был сделан в 1977 г., когда законодательно была лимитирована средняя концентрация вдыхаемых асбестовых волокон за рабочую смену. Изначально этот показатель был установлен на уровне 3 волокна/см³, а в 1992 г. снижен до 1 волокна/см³ (см. рис. 1). В том же году был введен запрет на импорт и использование наиболее опасных разновидностей асбеста (крокидолита и амозита) и содержащей их продукции, а также на применение асбестосодержащих материалов и изделий при строительстве больниц, детских учреждений, школ, домов и спортивных сооружений. Появилась потребность в измерении концентрации волокон на рабочих местах и в асбестосодержащей продукции, для обеспечения чего был сформирован необходимый потенциал.

РИСУНОК 1. ПОРОГОВЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К АСБЕСТУ В БОЛГАРИИ, 1977–2006 ГГ.



В 2001 г. вступила в действие национальная программа постепенного снижения и поэтапного прекращения использования асбеста (на 2001–2008 гг.), включающая следующие мероприятия:

- гармонизация законодательства Болгарии в отношении асбеста с соответствующим законодательством Европейского союза (ЕС);
- улучшение защиты трудящихся от рисков, связанных с асбестом;

- предотвращение и сокращение загрязнения окружающей среды асбестом.

В 2005 г. Болгария запретила импорт, производство и использование всех видов асбестовых волокон и привела свое законодательство в отношении асбеста в соответствие с законодательством ЕС. Так, были введены поправки в Закон об охране здоровья (2004 г.) (7), Закон об охране здоровья и безопасности на производстве (2008 г.) (8), Закон об охране окружающей среды (2002 г.) (9) и Закон об обращении с отходами (2003 г.) (10) и разработаны меры по обеспечению неукоснительного соблюдения законодательства. В 2006 г. был внедрен ряд мер по защите работников от рисков, связанных с воздействием асбеста на рабочих местах: введение системы выдачи разрешений на демонтаж асбестосодержащей теплоизоляции, а также снос зданий и иных сооружений; ограничение концентрации асбестового волокна в воздухе до 0,1 волокна/см³ и контроль за уровнем загрязнения после работы с асбестом; оценка рисков; внедрение санитарного контроля; информирование работников о рисках для здоровья; а также установка соответствующего защитного оборудования.

ВОЗДЕЙСТВИЕ АСБЕСТА В ПРОШЛОМ

Точные данные о числе работников, подвергавшихся риску воздействия асбеста в прошлом, недоступны; однако предположительно в целом это около 27 000 человек за период с 1973 по 2012 г.; в 2012 г., по данным работодателей, воздействию асбеста подвергались 1188 человек (11).

В 1977–1989 гг. почти для всех переработчиков асбеста в Болгарии средняя концентрация асбестовых волокон, вдыхаемых за рабочую смену, превышала пороговые значения для операций, связанных с выбросом пыли, причем на некоторых рабочих местах – в 10–15 раз (11); но после 1993 г. большинство обследованных рабочих мест уже отвечало необходимым требованиям. К 2000 г. добыча и производство асбеста, асбестоцемента и асбестосодержащего текстиля, а также использование асбестосодержащих изделий в Болгарии значительно сократились.

ЗАБОЛЕВАНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С АСБЕСТОМ

В период 1980–2000 гг. число новых случаев асбестоза, плевральных бляшек и утолщения плевры варьировалось от 131 до 201 в год (12), но исследование не выявило наличия злокачественных ЗСА. Данные Болгарского регистра профессиональных заболеваний (Национальный институт социального страхования) свидетельствуют о том, что за последние 10 лет ежегодно регистрируется от одного до четырех новых случаев асбестоза (13), но отчеты об изучении профессиональной этиологии злокачественных ЗСА еще не представлены. Тем не менее в Болгарии злокачественные ЗСА включены в перечень профессиональных заболеваний (14).

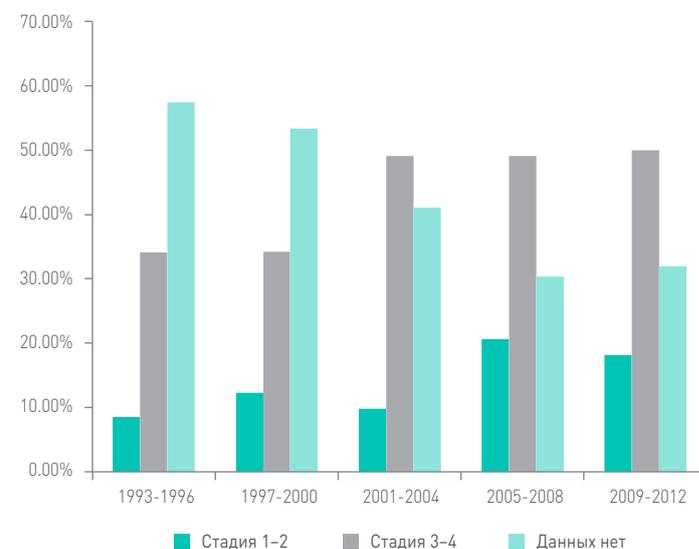
Согласно данным Национального онкологического регистра, число случаев рака легких (все причины) в Болгарии растет (15, 16), но отсутствуют сведения о том, сколько случаев рассматривалось с позиций этиологии, связанной с асбестом. Злокачественная мезотелиома почти исключительно связана с предшествовавшим воздействием асбеста (4), число случаев мезотелиомы возросло с 5 в 1993 г. до 58 в 2013 г., а в целом за период с 1993 по 2013 г. было выявлено 666 новых случаев (17). Это неудивительно, поскольку асбест использовался в Болгарии еще в недавнем прошлом, а в период с 1977 по 1989 г. фиксировались высокие уровни его воздействия на рабочих местах (11). В нескольких исследованиях приводятся данные о том, что степень использования асбеста/воздействия асбеста связана с уровнем заболеваемости и смертности от ЗСА в государственном масштабе (18–20). Данные о коэффициентах смертности от мезотелиомы и асбестоза в Болгарии, стандартизированных по возрасту, были опубликованы Kameda et al. (18).

Данные Национального онкологического регистра свидетельствуют, что число зарегистрированных случаев смерти от мезотелиомы и показатели смертности остаются существенно ниже в сравнении с числом новых случаев мезотелиомы и показателями заболеваемости, хотя 93% пациентов с впервые установленным диагнозом живут не более двух лет (17). Поэтому мы считаем, что показатель заболеваемости мезотелиомой более адекватно характеризует бремя асбеста в стране.

Сравнение показателей заболеваемости мезотелиомой в странах ЕС (см. табл. 1) за период с 2003 по 2007 г. показывает, что в Болгарии этот показатель ниже, чем в промышленно развитых странах (18). В Болгарии использование асбеста началось примерно в 1960 г., а его ежегодное потребление за период с 1971 по 2000 г. составляло в расчете на душу населения 1,31 кг, что ниже, чем во многих странах ЕС (20). Также Болгария осуществляет ограничения на экспозицию к асбесту, включая введенный в 1992 г. запрет на импорт и использование крокидолита и амозита и введенный в 2005 г. запрет всех видов асбестовых волокон, а также контроль за их воздействием на рабочих местах.

В Болгарии наблюдение за состоянием здоровья работников, подвергающихся воздействию асбеста, является обязательным, но после их выхода на пенсию или при смене места работы какой-либо особый контроль за ними отсутствует. Delgermaa et al. сообщают о том, что все формы мезотелиомы возникают преимущественно в пожилом возрасте (4); рост числа случаев мезотелиомы в Болгарии затрагивает в основном лиц в возрасте старше 60 лет (17). Данные Национального онкологического регистра свидетельствуют о том, что в последнее время число нестадированных случаев мезотелиомы сокращается, но диагностируется большее число случаев на поздних и на ранних стадиях болезни (см. рис.2).

РИСУНОК 2. ДОЛЯ ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ СЛУЧАЕВ МЕЗОТЕЛИОМЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТАДИИ, 1993–2012 ГГ.



Источник: Данные предоставлены Национальным онкологическим регистром.

ТАБЛИЦА 1. ПОТРЕБЛЕНИЕ АСБЕСТА И ПОКАЗАТЕЛИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ МЕЗОТЕЛИОМОЙ В БОЛГАРИИ И РЯДЕ СТРАН ЕС, 2003–2007 ГГ.

Страна	Потребление асбеста (кг на душу населения в год)		Показатель заболеваемости мезотелиомой (на 100 000), 2003–2007 гг.				
	1920–1970 гг.	1971–2000 гг.	Общий	Мужчины		Женщины	
				Стандартизированный по возрасту	Общий	Стандартизированный по возрасту	
Австрия*	1,17	2,09	0,9–1,6	0,6–1,1	0,4–0,7	0,2–0,3	
Бельгия	3,08	3,02	4,0	2,2	0,8	0,4	
Болгария	0,14	1,31	0,7	0,4	0,3	0,2	
Германия*	1,17	2,18	1,3–12,4	0,6–6,0	0,5–2,0	0,2–0,8	
Дания	2,16	1,97	3,1	1,8	0,6	0,3	
Ирландия	–	1,57	1,2	1,0	0,3	0,2	
Испания*	0,51	1,35	0,3–2,3	0,2–1,2	0,0–1,1	0,0–0,6	
Италия*	0,83	1,61	0,9–15,1	0,5–5,6	0,2–4,0	0,1–1,3	
Кипр	6,41	2,36	1,6	1,1	0,6	0,3	
Латвия	0,26	0,66	0,7	0,5	0,6	0,3	
Литва	0,05	0,14	0,4	0,3	0,2	0,1	
Нидерланды	0,84	0,87	3,0–5,0	1,8–3,0	0,6–0,7	0,3–0,4	
Польша*	0,39	1,79	0,4–1,0	0,3–0,6	0,2–0,8	0,1–0,4	
Словакия	1,52	3,01	0,6	0,4	0,3	0,2	
Словения	1,70	6,78	2,2	1,4	0,8	0,4	
Соединенное Королевство*	1,92	1,03	4,9–8,8	2,7–4,2	0,6–1,6	0,3–0,7	
Финляндия	1,49	0,86	2,7	1,5	0,7	0,3	
Франция*	1,08	1,44	1,1–4,4	0,6–2,5	0,2–1,3	0,1–0,5	
Хорватия	0,78	3,57	2,4	1,5	0,5	0,3	
Чешская Республика	0,82	1,85	0,8	0,5	0,4	0,2	
Швеция	1,20	0,51	2,2	1,2	0,5	0,2	
Эстония	0,07	0,06	0,4	0,3	0,2	0,1	

* Показатели заболеваемости мезотелиомой по регионам приводятся Forman et al. (19).

Источники: данные о потреблении асбеста извлечены из Kameda et al. (18), а показатели заболеваемости мезотелиомой в Болгарии и ряде стран ЕС (2003–2007 гг.) – из отчетов стран, приведенных Forman et al. (19).

Эти результаты указывают на необходимость создания национального регистра ЗСА и мониторинга здоровья работников, подвергавшихся ранее воздействию асбеста, после их выхода на пенсию или смены места работы.

НЕДАВНИЕ СОБЫТИЯ

В 2015 г. в соответствии со структурой, предложенной Всемирной организацией здравоохранения, в Болгарии был разработан национальный профиль по асбесту. Профиль призван предоставить информацию и определить исходный уровень для элимина-

ции ЗСА, выявления групп населения, подверженных риску вследствие текущего или предшествовавшего воздействия асбеста, а также для внедрения системы, позволяющей проводить проверки и обеспечивать соблюдение ограничений на экспозицию к асбесту, при этом основной задачей является элиминация ЗСА (11). Информация, предоставленная региональными органами контроля, показала, что система разрешений на удаление материалов и снос сооружений, содержащих асбест, работает и законодательные требования в отношении асбеста соблюдаются, но были выявлены и определенные несоответствия (11). Меры, предлагаемые в целях совершенствования профилактики рисков, связанных с асбестом, включают усиление контроля за экспозицией к асбесту; создание национального регистра работников, подвергающихся воздействию асбеста; организацию наблюдения за состоянием здоровья работников, подвергавшихся воздействию асбеста, после их выхода на пенсию; наращивание потенциала специалистов в области охраны здоровья и безопасности труда, а также повышение информированности населения о связанных с асбестом рисках для здоровья и о допустимых уровнях экспозиции к асбесту.

ВЫВОДЫ

Добыча, производство и использование асбеста и асбестосодержащих материалов в Болгарии прекращены. На протяжении многих лет в стране действует система разрешений на работу с асбестосодержащими материалами, со сносом сооружений, содержащих асбест, наряду со строгим контролем концентрации вдыхаемых асбестовых волокон и профилактическими мероприятиями, направленными на минимизацию рисков для здоровья. Однако проблемы, связанные с поэтапным отказом от использования асбеста, а также с заболеваемостью и смертностью, обусловленной асбестом, вероятно, сохранятся на протяжении десятков лет.

Несмотря на то что данные Национального онкологического регистра свидетельствуют о растущем числе случаев мезотелиомы, показатель заболеваемости мезотелиомой в Болгарии остается ниже, чем в промышленно развитых странах. Вероятно, это связано с относительно низким совокупным потреблением асбеста и более поздним началом его использования, а также с ограничением экспозиции

к асбесту на основе использования передового опыта, накопленного в более развитых странах.

Как показывает число случаев мезотелиомы, зарегистрированных в Национальном онкологическом регистре, отсутствие эффективной системы регистрации профессиональных заболеваний маскирует текущие масштабы бремени профессиональных ЗСА в Болгарии. Необходимо выяснить, связаны ли случаи бронхиальной карциномы с асбестом, и улучшить регистрацию профессиональных заболеваний, включая ЗСА.

ИЗВЛЕЧЕННЫЕ УРОКИ

1. Наиболее эффективной мерой предотвращения ЗСА является устранение или ограничение воздействия асбеста посредством немедленного и полного запрета на использование всех видов асбестовых волокон и строгого контроля за экспозицией при удалении/разрушении асбестосодержащей теплоизоляции, зданий и сооружений с целью ограничить число работников, подвергающихся воздействию асбеста, а также число и масштабы экспозиций в пересчете на одного работника.
2. Для того чтобы обеспечить раннее выявление ЗСА, необходимы наблюдение за состоянием здоровья работников, подвергающихся экспозиции к асбесту, и долгосрочное диспансерное наблюдение за ними на государственном уровне. Также необходимо наблюдать за здоровьем работников, вышедших на пенсию, поскольку развитию злокачественных ЗСА предшествует продолжительный латентный период.

Выражение признательности: авторы хотели бы поблагодарить Национальный онкологический регистр Университетской специализированной больницы активного лечения онкологических заболеваний (Болгария) за предоставление данных о зарегистрированных случаях мезотелиомы и Национальный институт социального страхования за предоставление данных о зарегистрированных профессиональных ЗСА.

Источники финансирования: не указаны.

Конфликт интересов: не указан.

Ограничение ответственности: авторы несут самостоятельную ответственность за мнения, выраженные в данной публикации, которые не обязательно представляют решения или политику Всемирной организации здравоохранения.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Elimination of asbestos-related diseases. Geneva: World Health Organization; 2014 (http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/Elimination_asbestos-related_diseases_EN.pdf?ua=1, по состоянию на 19 декабря 2016 г.).
2. Asbestos: elimination of asbestos-related diseases [fact sheet]. Geneva: World Health Organization; 2016 (<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs343/en>, по состоянию на 19 декабря 2016 г.).
3. Outline for the development of national programmes for elimination of asbestos-related diseases. Geneva: World Health Organization; 2007 and 2014 (http://www.who.int/occupational_health/publications/elim_asbestos_doc_en.pdf?ua=1, по состоянию на 19 декабря 2016 г.).
4. Delgermaa V, Takahashi K, Park EK, Le GV, Hara T, Sorahanet T. Global mesothelioma deaths reported to the World Health Organization between 1994 and 2008. *Bull World Health Organ.* 2011;89:716–724, 724A–724C. doi:10.2471/BLT.11.086678.
5. Robinson BW, Musk AW, Lake RA. Malignant mesothelioma. *Lancet.* 2005;366:397–408. doi:10.1016/S0140-6736(05)67025-0.
6. Bianchi C, Bianchi T. Malignant mesothelioma: Global incidence and relationship with asbestos. *Ind Health.* 2007;45:379–387.
7. Закон за здравето [Закон об охране здоровья]. *State Gazette.* 70, 2004; последни изм. и доп. [Последние изменения и дополнения]. *State Gazette.* 27, 2016 (на болгарском языке; <http://www.lex.bg/laws/ldoc%20/2135489147>, по состоянию на 23 декабря 2016 г.).
8. Закон за здравословни и безопасни условия на труд [Закон об охране здоровья и безопасности на производстве]. *State Gazette.* 124, 1997; последни изм. и доп. [Последние изменения и дополнения]. *State Gazette.* 79, 2015 (на болгарском языке; <http://www.lex.bg/laws/ldoc/2134178305>, по состоянию на 23 декабря 2016 г.).
9. Закон за опазване на околната среда [Закон об охране окружающей среды]. *State Gazette.* 91, 2002; последни изм. и доп. [Последние изменения и дополнения]. *State Gazette.* 62, 2015 (на болгарском языке; <http://lex.bg/laws/ldoc/2135458102>, по состоянию на 23 декабря 2016 г.).
10. Закон за управление на отпадъците [Закон об обращении с отходами]. *State Gazette* 53, 2012; последни изм. и доп. [Последние изменения и дополнения]. *State Gazette.* 105, 2016 (на болгарском языке; <http://lex.bg/laws/ldoc/2135458102>, по состоянию на 23 декабря 2016 г.).
11. Vangelova K, Dimitrova S, Dimitrova I. Национален азбестов профил на България [Национальный профиль Болгарии по асбесту]. Sofia: National Center of Public Health and Analyses; 2015 (на болгарском языке; http://ncphp.government.bg/files/National%20Asbestos%20Profile_Bulgaria_2015-bg.pdf, по состоянию на 23 декабря 2016 г.).
12. Petrova E. Проблема с праха и професионалните белодробни болести в нашата страна [Проблемы с пылью и профессиональные болезни легких в нашей стране]. *Occupational Safety and Health.* 2005;7(4):30–35 (на болгарском языке).
13. Статистическа информация за професионалните болести, признати през 2009–2013 г. [Статистическая информация о профессиональных болезнях, признанных в 2009–2013 гг.]. Sofia: National Social Security Institute; 2014 (на болгарском языке; http://www.nssi.bg/images/bg/about/statisticsandanalysis/statistics/trs/Prof_bolesti_2009-2013.pdf, по состоянию на 23 декабря 2016 г.).
14. Списък на професионалните заболявания [Перечень профессиональных заболеваний]. Постановление на Министерски Съвет [Council of Ministers Decree] No 175 from 16.07.2008. *State Gazette.* 66, 2008 (на болгарском языке; <http://www.nssi.bg/images/bg/legislation/ordinances/spisak.pdf>, по состоянию на 23 декабря 2016 г.).
15. Valerianova Z, Dimitrova N, Petkova I, Usunova L, Yordanova M, Grozeva T et al., editors. Cancer incidence in Bulgaria, 2013. Sofia: Paradigma Publishing House; 2015.
16. Национален Раков Регистър [Национальный онкологический регистр]. (на болгарском языке; <http://www.sbaloncology.bg/bg/bulgarian-cancer-registry.html>, по состоянию на 19 декабря 2016 г.).
17. Vangelova K, Dimitrova I. Asbestos exposure and mesothelioma incidence and mortality in Bulgaria. *Rev Environ Health.* 2016;31(2):203–209. doi: 10.1515/reveh-2016-0007.
18. Kameda T, Takahashi T, Kim R, Jiang Y, Movahed M, Park E-K et al. Asbestos: use, bans and disease burden in Europe. *Bull World Health Organ.* 2014;92:790–797. doi: 10.2471/BLT.13.132118.
19. Forman D, Bray E, Brewster DH, Gombe Mbalawa I, Kohler B, Piñeros M et al., editors. Cancer Incidence in Five Continents Vol. X. IARC Scientific Publication No. 164. Lyon: International Agency for Research on Cancer; 2014 (<http://www.iarc.fr/en/publications>, по состоянию на 19 декабря 2016 г.).
20. Sen D. Working with asbestos and the possible health risks. *Occup Med (Lond).* 2015;65(1):6–14. doi: 10.1093/occmed/kqu175.

Report

ENVIRONMENTAL RISKS OF CITIES IN THE EUROPEAN REGION: ANALYSES OF THE SUSTAINABLE HEALTHY URBAN ENVIRONMENTS (SHUE) DATABASE

James Milner¹, Jonathon Taylor², Mauricio L. Barreto^{3,4}, Mike Davies², Andy Haines¹, Colin Harpham⁵, Meena Sehgal⁶, Paul Wilkinson¹, on behalf of the SHUE project partners

¹ Department of Social & Environmental Health Research, London School of Hygiene and Tropical Medicine, London, UK

² UCL Institute for Environmental Design & Engineering, University College London, London, UK

³ Center of Data and Knowledge Integration for Health (CIDACS), Instituto Gonçalo Moniz, Salvador Bahia, Brazil

⁴ Instituto de Saude Coletiva, Universidade Federal da Bahia, Salvador-Bahia, Brazil

⁵ Climatic Research Unit, School of Environmental Sciences, University of East Anglia, Norwich, UK

⁶ The Energy and Resources Institute (TERI), New Delhi, India

Corresponding author: James Milner (email: james.milner@lshtm.ac.uk)

ABSTRACT

Introduction: In an increasingly urbanized world, cities are a key focus for action on health and sustainability. The Sustainable Healthy Urban Environments (SHUE) project aims to provide a shared information resource to support such action. Its aim is to test the feasibility and methods of assembling data about the characteristics of a globally distributed sample of cities and the populations within them for comparative analyses, and to use such data to assess how

policies may contribute to sustainable urban development and human health.

Methods: As a first illustration of the database, we present analyses of selected parameters on climate change, air pollution and flood risk for 64 cities in the WHO European Region.

Results: Under a high greenhouse gas emissions trajectory (RCP8.5), the analyses suggest damaging temperature rises in European cities that are among the highest

of any cities in the global database, while air pollution (PM_{2.5}) levels are appreciably above the WHO guideline level for all but a handful of cities. In several areas, these environmental hazards are compounded by flood risk.

Discussion: Such evidence, though preliminary and based on limited data, underpins the need for urgent action on climate change (adaptation and mitigation) and risks relating to air pollution and other environmental hazards.

Keywords: URBAN, CLIMATE CHANGE, AIR POLLUTION, FLOODING, EUROPE

INTRODUCTION

More than half the world's 7.5 billion people live in cities a number projected to grow by a further 2.5 billion people by 2050 and cities account for around 85% of global economic activity (1). In Europe, approximately 73% of people live in urban areas (1). It is increasingly recognised that the design, operation and governance of cities are crucial for achieving goals on sustainability and population health particularly in areas such as responses to climate change and

policies relating to energy, housing, transportation and food (2-4). Urban living brings many environmental challenges, such as pollution, road injury, noise and social isolation (2, 5), as well as opportunities for health, especially in the context of the low carbon transition (6-8). Well-planned urban development is crucial for meeting many of the Sustainable Development Goals (SDGs) (9), the objectives of the Paris Agreement on climate change (10), and the New Urban Agenda (11).

The Sustainable Healthy Urban Environments (SHUE) project is an initiative to support policy development in areas relating to these environmental and health challenges and opportunities. Its aim is to test the feasibility and methods of assembling data about the characteristics of a globally distributed sample of cities, and the populations within them, for comparative analyses, and to use such data to assess how policies may contribute to sustainable urban development and human health. Its specific objectives are to: understand the reasons for city-to-city differences in measures of sustainable development and health-related exposures and behaviours; assess the potential to improve population health through strategies for achieving greater environmental sustainability and resilience to evolving environmental threats; and identify possible policies and interventions whose impacts on health and sustainability may be subject to future evaluation studies.

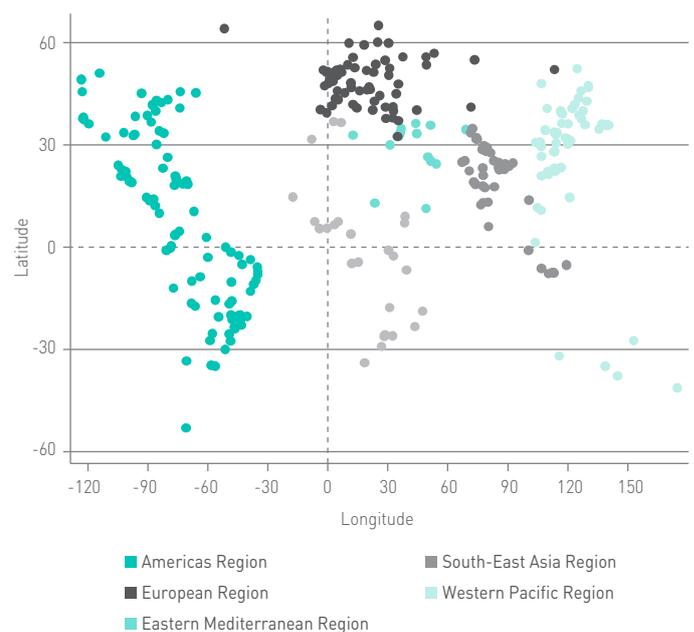
The project is assembling data on a globally representative sample of cities. It is expected that the data contained within the database will help to improve the understanding of variations in urban characteristics, and to identify needs and opportunities for improved urban development with regard to health and sustainability. Once developed, the intention is for the database to become an open access resource for the research and policy communities.

In this paper, to introduce the database and demonstrate its potential, we present preliminary analyses of environmental and health parameters for the WHO European Region relating to climate change, air pollution and flood risk.

METHODS

The SHUE database comprises a random sample of 246 global cities with populations over 15 000 obtained from GeoNames (12) and stratified by: national wealth in terms of Gross National Income (GNI) per capita (<US\$ 1045, US\$ 1045-4125, US\$ 4125-12 746, >US\$ 12 746) (13); population size (<100K, 100K-500K, 500K-1M, 1M-5M, >5M); and Bailey's Ecoregion "Domain" (Dry, Humid temperate, Humid tropical, Polar) (14). An additional 63 deliberately selected cities were added to this sample making the total 309 based largely on their reputation for policies which aim to make them "sustainable cities". The geographical distribution of the cities is shown in Fig. 1. The 64 cities of the WHO European Region from the database, including 55 which were selected randomly, are listed in Table 1.

FIG. 1. GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF SHUE CITIES BY WHO REGION



**TABLE 1. CITIES (>15 000 INHABITANTS) IN THE SHUE
DATABASE FOR THE WHO EUROPEAN REGION***

Country	Cities
Armenia	Yerevan
Belarus	Gomel, Hrodna, Lyepyel
Belgium	Namur, Oostend
Bulgaria	<i>Sofia</i>
Croatia	Zagreb
Denmark	<i>Copenhagen</i>
Finland	<i>Helsinki, Oulu</i>
France	Brunoy, Le Grand-Quevilly, Le Mans, Lyon, Marseille, Montpellier, Nantes, <i>Paris</i>
Germany	Berlin, Düsseldorf, Hamburg, <i>Munich</i>
Greece	Kateríni
Greenland	Nuuk
Hungary	Mezotúr
Israel	Hadera
Italy	Bressanone, Cava Dè Tirreni, Napoli, <i>Rome</i> , Vercelli
Netherlands	Rotterdam, Voorst
Norway	Oslo
Poland	Leczná, Łódz
Romania	Arad, Bucharest
Russian Federation	Chita, Izhevsk, Kazan, Moscow, Omsk, Saint Petersburg, Tolyatti
Serbia	Subotica
Spain	Madrid, SantVicençdelsHorts, Valencia
Sweden	<i>Stockholm</i>
Turkey	Adana, Ankara, Denizli, Karabük, Konya, Istanbul
Ukraine	<i>Kiev</i> , Simferopol, Zaporizhzhya
United Kingdom	Farnborough, Gloucester, London
Uzbekistan	Namangan

*Cities not selected by random sample are shown in italics

CLASSIFICATION OF ENVIRONMENTAL RISK FACTORS AND CITY CHARACTERISTICS

Data on environmental risk factors for each city was acquired from independent datasets. We concentrate here on selected variables relating to meteorological parameters, air pollution and flood risk, as follows:

- **Climate/temperature projections:** Simulated data on current and possible future climates was provided by the Climatic Research Unit (CRU) at the University of East Anglia, using estimates for SHUE cities extracted for the nearest model grid square (typically several hundred kilometres in resolution) derived from an ensemble of 18 global climate models (GCMs) for the years 2015, 2050 and 2100 under a "business as usual" high greenhouse gas emissions scenario (RCP8.5) (15-18). The model simulations were from CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5) (19). Analyses were based on the monthly mean of daily mean temperatures for the hottest month of the year.
 - **Air pollution:** Annual average concentrations of fine particulate matter (PM_{2.5}) for each city were obtained from the WHO's ambient air pollution in cities database 2016 (20), which contains estimates based on measurements from monitoring stations covering the period 2010-2015.
 - **Flooding:** Gridded estimates of exposures to flooding, ranging from 1 (low) to 5 (extreme), were obtained from the United Nations Environment Programme (UNEP) (21). Each city's risk was estimated based on the grid cell (0.1 x 0.1 degrees) containing the city centre.
- The above data was combined with data on the following city-level characteristics:
- **Population size:** Estimates of city populations, and of wider metropolitan areas where relevant, were obtained from the most recent census, government statistical data, the United Nations Statistics Division (UNSD) or, if absent, directly from GeoNames.
 - **Location:** City coordinates were obtained from GeoNames, and city administrative outlines were obtained from the Global Administrative Areas database (GADM) (22), OpenStreetMap (23), or, if not available, traced from Google Maps.
 - **Wealth:** Gross Domestic Product per capita (US \$ PPP) was obtained from a number of sources, including the Brookings Institute, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), or

World Bank. Where city-level data was unavailable, regional or national data was used.

- **Ecoregion:** Each city was classified according to its Bailey's Ecoregion, a hierarchical system based on climate, vegetation, geomorphology, and soil characteristics (14). We used only the "Domain" level of classification.

ANALYSIS

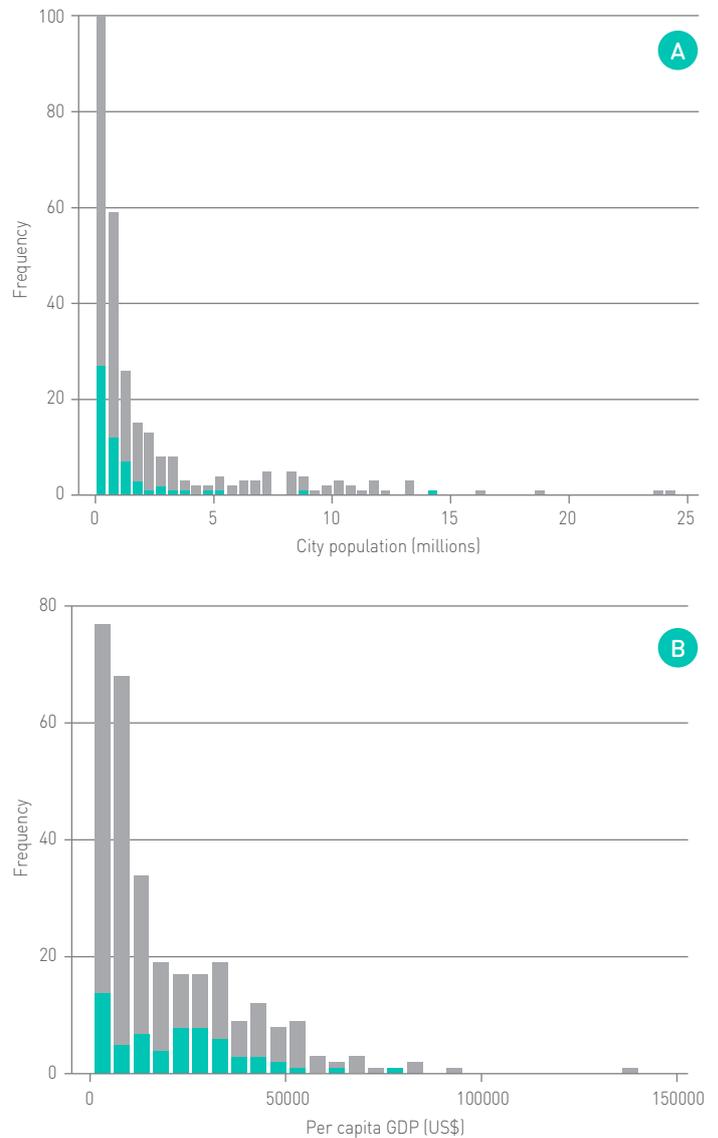
Data, from the most recent years of available data for each city, was analysed by simple tabulation and graphical methods to examine the uni-variate and bi-variate distribution of environmental characteristics across cities. Where there was no data for a given city, the city was excluded from that part of the analysis. We show data for all global cities in the database, with those for the WHO European Region highlighted to set the European data in the global context. For air pollution, we also present an analysis of the determinants of variation in city-level $PM_{2.5}$ concentrations to illustrate the degree to which levels for individual cities appear to be higher or lower than those of comparable cities. This analysis was based on a multiple regression model in which $PM_{2.5}$ concentrations were modelled as a function of three key determinants: the level of socioeconomic development (per capita GDP), city size (population of the wider metropolitan area), and the number of cities within 500 km of the index city. The relationship with each parameter was fitted using natural cubic splines of the relevant variable, implemented using Stata's *mkspline* function with three internal knots. All analyses were carried out in Stata v14 (StataCorp LP, College Station, TX, USA).

RESULTS

The distribution of WHO European Region cities with respect to population and socioeconomic development (per capita GDP) is shown in Fig. 2. Against the global distribution, European cities do not include the very largest cities ("mega-cities") but otherwise have a similar distribution to that of the global sample (Fig. 2.A). Only Istanbul, Moscow, London and Saint Petersburg have city populations of 5 million or more inhabitants, excluding wider metropolitan areas. The sample includes ten cities with populations below 50 000.

The SHUE sample of European Region cities has a somewhat higher per capita income than the global sample but includes some cities with very low average income (Fig. 2.B).

FIG. 2. HISTOGRAMS OF (A) CITY POPULATIONS AND (B) PER CAPITA GDP FOR ALL SHUE CITIES AND FOR SHUE CITIES IN THE WHO EUROPEAN REGION (GREEN OVERLAY).



CLIMATE CHANGE

Fig. 3 shows the monthly mean of daily mean temperatures under RCP8.5 in 2050 for the hottest month of the year derived from the ensemble mean of 18 CMIP5 GCMs.

In global terms, the SHUE cities of the European Region have some of the highest predicted temperature increases for the hottest month, with the mean projection for most cities being in excess

FIG.3. INCREASE IN THE MEAN OF DAILY MEAN TEMPERATURES FOR THE HOTTEST MONTH IN 2050: RESULTS FROM 18 CMIP5 GLOBAL CLIMATE MODELS FOR RCP8.5. (A) TEMPERATURE INCREASE VS. 2050 MEAN TEMPERATURE FOR THE HOTTEST MONTH, AND (B) VS. PER CAPITA GDP (US\$)



City codes: 1 Adana; 2 Ankara; 3 Arad; 4 Berlin; 5 Bressanone; 6 Brunoy; 7 Bucharest; 8 Cava DèTirreni; 9 Chita; 10 Copenhagen; 11 Denizli; 12 Düsseldorf; 13 Farnborough; 14 Gloucester; 15 Gomel; 16 Hadera; 17 Hamburg; 18 Helsinki; 19 Hrodna; 20 Istanbul; 21 Izhevsk; 22 Karabük; 23 Kateríni; 24 Kazan; 25 Kiev; 26 Konya; 27 Le Grand-Quevilly; 28 Le Mans; 29 Leczna; 30 London; 31 Lyepyel; 32 Lyon; 33 Łódź; 34 Madrid; 35 Marseille; 36 Meztotúr; 37 Montpellier; 38 Moscow; 39 Munich; 40 Namangan; 41 Namur; 42 Nantes; 43 Napoli; 44 Nuuk; 45 Omsk; 46 Oostend; 47 Oslo; 48 Oulu; 49 Paris; 50 Rome; 51 Rotterdam; 52 Saint Petersburg; 53 Sant Vicenç dels Horts; 54 Simferopol; 55 Sofia; 56 Stockholm; 57 Subotica; 58 Tolyatti; 59 Valencia; 60 Vercelli; 61 Voorst; 62 Yerevan; 63 Zagreb; 64 Zaporizhzhya

of 2 °C by mid-century. By 2100, in the cities of Arad, Bressanone, Bucharest, Kateríni, Lyon, Meztotúr, Montpellier, Simferopol, Sofia, Subotica, Vercelli and Zagreb, the temperature increase in average daily mean temperature for the hottest month exceeds 7 °C (data not shown). Although RCP8.5 is a "high-end" projection, the result indicate a very substantial shift in the temperature distribution by 2100 that, without effective adaptation measures, would likely lead to frequent exposure to temperatures well beyond the upper limits of current distributions, resulting in a substantial burden on mortality/morbidity and limitations to physical activity(24).

These large temperature increases occur in cities within the middle range of the current global temperature distribution, not with the globally highest temperatures, and largely in settings where

there is likely to be appreciable diurnal variation in temperature, which may provide partial nocturnal relief from the daytime maximum. Most of the cities with the highest projected temperature increases are in the middle- to high-income part of the income distribution (Fig. 3.B).

AIR POLLUTION

Only five of the 64 SHUE cities in the European Region have reported annual average concentrations of $PM_{2.5}$ under the WHO guideline (25) of $10 \mu g \cdot m^{-3}$ (Fig. 4.A): Stockholm ($5.51 \mu g \cdot m^{-3}$), Oulu ($7.65 \mu g \cdot m^{-3}$), Helsinki ($8.96 \mu g \cdot m^{-3}$), Bressanone ($9.23 \mu g \cdot m^{-3}$) and Madrid ($9.95 \mu g \cdot m^{-3}$). The highest annual average $PM_{2.5}$ levels were in Konya ($39.34 \mu g \cdot m^{-3}$), Denizli ($44.79 \mu g \cdot m^{-3}$) and Ankara ($46.93 \mu g \cdot m^{-3}$), but with levels well below those of cities with the highest concentrations outside the European Region.

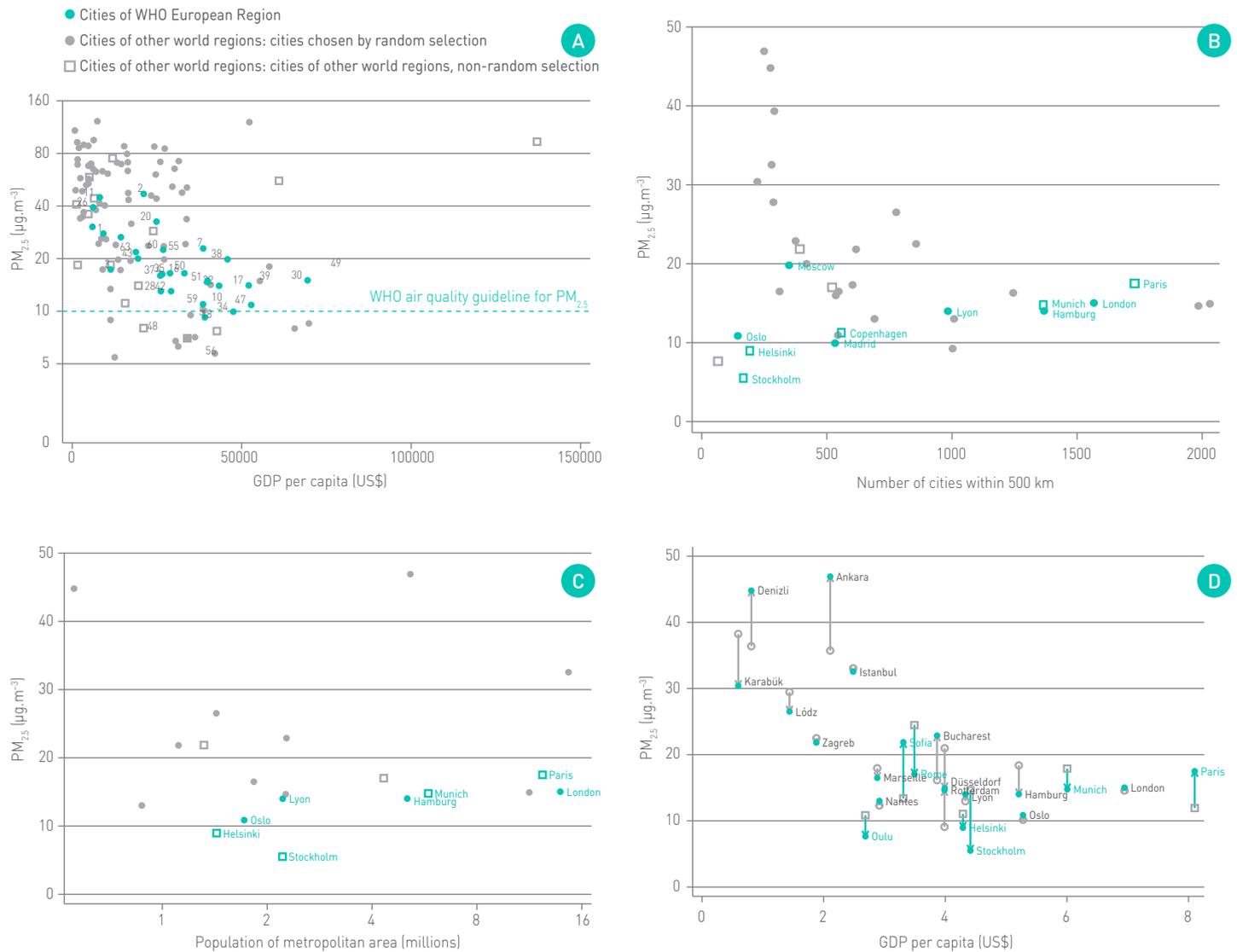
FIG.4 (A), (B), (C) AND (D):

CITY ANNUAL MEAN PARTICLE AIR POLLUTION ($PM_{2.5}$) CONCENTRATION VS. PER CAPITA GDP. CITY NUMBERS AS IN FIGURE 3

(B) TO (D) DATA FOR CITIES OF WHO EUROPEAN REGION WITH AVAILABLE DATA:

- ANNUAL MEAN $PM_{2.5}$ VS.
- (B) NUMBER OF CITIES WITHIN 500 KM OF INDEX CITY AND
- (C) VS. POPULATION OF THE METROPOLITAN AREA

(D) OBSERVED (FILLED CIRCLES) AND PREDICTED (OPEN CIRCLE) $PM_{2.5}$ CONCENTRATIONS, WITH PREDICTED CONCENTRATIONS BASED ON REGRESSION OF $PM_{2.5}$ ON PER CAPITA GDP, THE NUMBER OF CITIES WITHIN 500 KM, AND THE POPULATION OF THE METROPOLITAN AREA. ARROWS POINT FROM PREDICTED TO OBSERVED $PM_{2.5}$ CONCENTRATIONS



As Fig. 4.A illustrates, city $PM_{2.5}$ concentrations have a broad relationship with per capita income, with levels tending to be lower in wealthier cities. There also appears to be a relationship with the number of cities within 500 km of the index city in the European Region (Fig. 4.B) and with city size as reflected by the population of the wider metropolitan area (Fig. 4.C). Unsurprisingly, $PM_{2.5}$ concentrations appear to be broadly linearly related to city size, a relationship

which again is most clearly seen among higher income cities (Fig. 4.B).

The relationship with the number of cities within 500 km is weaker and somewhat different among cities with average per capita income in excess of US\$ 40 000 compared with cities of lower per capita income. In higher income cities, there appears to be a small increase in $PM_{2.5}$ concentration with an increasing

number of cities within 500 km (Fig. 4.B), while the opposite is the case for cities of lower income.

Given the limited number of cities and uncertainties over consistency of data definitions, the results of regressions of $PM_{2.5}$ on city characteristics should be interpreted cautiously as indicative only of general patterns of association. However, in models with mutual adjustment for per capita income, city (metropolitan) population and the number of cities within 500 km, there was clear evidence that both per capita income and city size were determinants of air pollution levels, while the number of cities within 500 km was not. Using, for simplicity, linear terms for each variable (in models with the other variables fitted as natural cubic splines), the adjusted changes in $PM_{2.5}$ levels ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) were: -5.10 (95% CI: -7.89, -2.31) for each US\$ 10 000 increase in per capita GDP, 1.20 (0.23, 2.16) for each million increase in population, and -0.36 (-0.98, 0.26) for each additional 100 cities within 500 km.

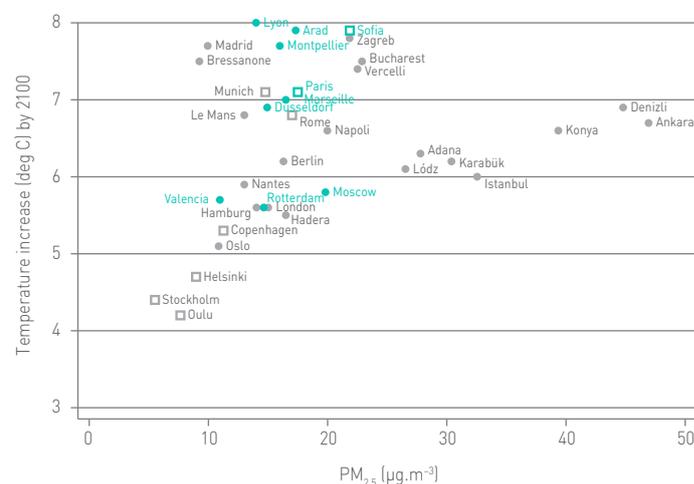
Fig. 4.D illustrates the importance of these three determinants of air quality. For each city, the air pollution concentration, predicted from a regression model that takes account of each variable fitted as natural cubic splines, is joined by a vertical arrow to the observed level. Cities in which the observed level is greater than predicted are shown with upward pointing arrows, while those where the observed level is below predicted are shown by downward arrows. For example, London has broadly the level of air pollution expected for its income, size and the number of cities within 500 km, while Stockholm appears to perform better than expected. These differences between observed and predicted air pollution may reflect the relative importance of local sources of pollution. These comparisons should be interpreted with some caution, however, as they depend on many factors including the accuracy of the input variables, especially estimates of per capita income.

MULTIPLE RISK FACTORS

The relationship between air pollution, climate change and flood risk is illustrated in Fig. 5. Cities with the highest air pollution levels, including the Turkish cities and Łódź, also have high (though not the highest) potential increases in daily mean temperatures for the hottest month of the year by 2100. Cities with possible temperature increases above 7 °C include some with

$PM_{2.5}$ concentrations above $15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, including Arad, Bucharest, Sofia, Vercelli and Zagreb.

FIG. 5. MULTIPLE ENVIRONMENTAL HAZARDS FOR WHO EUROPEAN REGION CITIES: INCREASE IN DAILY MEAN TEMPERATURE FOR HOTTEST MONTH BY 2100 VS. CURRENT $PM_{2.5}$ CONCENTRATIONS.



Additional flood risk indicated by green markers.

Dots: cities chosen by random selection; unfilled squares: cities chosen by non-random selection

Some cities with high potential temperature increases also include those with historical flood risk (indicated by green markers), including cities such as Arad and Sofia which also have moderately high air pollution levels. High latitude cities in Scandinavia and elsewhere appear to have relatively low risk on all counts, as shown in the bottom left quadrant of Fig. 5.

DISCUSSION

The SHUE project is a "proof of concept" study aimed at developing a resource for the analysis of a representative set of cities to support policy formulation on healthy and sustainable urban development. It draws on existing data resources and aims to integrate and analyse them in ways that help to examine questions of principle about strategies for urban development. The analyses presented here, derived from the database, should be interpreted as a "data-driven" and "hypothesis-generating" process rather than as "hypothesis-testing": the data on which they are based is generally not sufficiently detailed or of documented quality, using standardized definitions to permit definitive interpretations of cause-and-effect relationships. Nor should they be used to evaluate

the performance of any individual city. Nonetheless, by examining broad patterns of association across multiple cities of varying sizes and incomes, insights may be obtained about the mechanisms involved and the challenges and opportunities for promoting improved urban environments and health.

More detailed analyses will be reported in subsequent work as the database is developed. However, even from the relatively limited analyses presented here, it is possible to infer that the WHO European Region is likely to face substantial threat from unabated climate change, with some of the highest potential temperature increases under RCP8.5 of any cities in the database. The levels of temperature increase for the hottest month, if realised, would be very damaging, underlining the need for action to put in place adaptation responses and to accelerate steps for radical reduction in greenhouse gas emissions. Analyses of temperature–mortality relationships published elsewhere (26) suggest that urban populations are partly adapted to the temperature distributions to which they are currently exposed, and hence large rises in temperature suggest the potential for very large population health impact, assuming no further adaptation. Most of the cities with the highest projected temperature increases are in the middle- to high-income part of the income distribution (Fig. 3.B), which may be important for their capacity to adapt should mitigation efforts fail to limit temperature rises over this century. However, the magnitude of the potential threat emphasizes the urgency for mitigation action. While RCP8.5 may be considered unlikely following the Paris Agreement, there is still doubt about the extent to which the agreement will be implemented and we show the projections here for illustrative purposes.

Climate change mitigation is likely also to have beneficial effect in helping to reduce ambient particle concentrations, which remain above desirable levels for all but a handful of SHUE cities within the European Region. All cities, including those with the lowest levels, would benefit from further reduction in $PM_{2.5}$, which would likely follow from the transition towards a low carbon economy (27). Important determinants include socioeconomic development, which explains some of the gradients in ambient concentrations across the region, and city size. While for higher income cities, which generally have better

emission controls, ambient levels were somewhat correlated with the number of cities within 500 km; this correlation was not seen once adjustment was made for income and metropolitan population. Such a relationship is probable because of the long-range transport of polluted air masses, but the absence of clear relationship here may in part reflect the simplicity of the marker and the influence of other confounding factors.

The coincidence of several hazards – specifically climate change, air pollution and, in some cases, flood risk – presents particular challenges for cities. However, the co-benefits of action mean that there are potential additional dividends for health if policies are appropriately aligned.

The key limitations of attempting to assemble and analyse city-level data relate to the quality of the data itself because of uncertainties over completeness and comparability between cities. There are also limitations on the availability of data. Some metrics can only be obtained from population surveys that are often unavailable. In general, there are reasonable data available for larger, developed cities that are often collected by city administrations, whereas smaller cities and those in less wealthy countries have less data. There is particular advantage, therefore, in attempting to source data from globally monitored and modelled datasets. We also note that the GeoNames dataset from which cities were selected provides global coverage of cities but areas in Western Europe may have greater coverage than Eurasia (12).

CONCLUSION

Despite these limitations, our hope is that, by exploiting the database as a shared resource, the availability and quality of its data will improve over time. There are multiple databases relating to city characteristics, but the unique contribution of the SHUE project is to assemble data and methods of analysis that have bearing on questions of both health and sustainability. Realising the potential of the database for the research and policy communities will be greater the more it is used. The current priority is to work with potential users to explore the degree to which city-to-city comparisons and modelling can best

help support policy development in pursuit of health and sustainability goals.

The SHUE database is still in its development phase. Future research will concentrate on improving its underlying data and the analytical approaches applied to them. To help maximize the utility of the database, we will seek input from multiple user groups, but we also invite dialogue with interested researchers and policy makers about how the database should be developed and exploited.

Acknowledgements: We are grateful to Corinne Le Quéré of the Tyndall Centre for Climate Change Research at the University of East Anglia (UEA) and Clare Goodess of the Climatic Research Unit at UEA for help in the provision of processed climate data based on outputs from CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5) – a project of the World Climate Research Programme’s Working Group on Coupled Modelling. We would also like to thank Annette Prüss-Üstün of WHO Geneva for the provision of the air pollution data.

Sources of funding: This study forms part of the Sustainable Healthy Urban Environments (SHUE) project supported by the Wellcome Trust “Our Planet, Our Health” programme (Grant number 103908). The funder had no role in study design, or the collection, analysis, or interpretation of data. The corresponding author had full access to all the data and final responsibility for the decision to submit for publication.

Conflicts of interest: None declared.

Disclaimer: The authors alone are responsible for the views expressed in this publication and they do not necessarily represent the decisions or policies of the World Health Organization.

REFERENCES

1. United Nations. 2014 Revision of World Urbanization Prospects. New York, NY, USA: UN Population Division, Department of Economic and Social Affairs; 2014 (<https://esa.un.org/unpd/wup/>, accessed December 2016).
2. Rydin Y, Bleahu A, Davies M, Davila JD, Friel S, De Grandis G, et al. Shaping cities for health. *Lancet*. 2012;379(9831):2079-108.
3. Kleinert S, Horton R. Urban design: an important future force for health and wellbeing. *Lancet*. 2016;388(10062):2848-50.
4. Whitmee S, Haines A, Beyrer C, Boltz F, Capon AG, de Souza Dias BF, et al. Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health. *Lancet*. 2015;386(10007):1973-2028.
5. World Health Organization. Urban health. Geneva, Switzerland: WHO; 2010 (<http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/urban-health/urban-health>, accessed December 2016).
6. Milner J, Davies M, Wilkinson P. Urban energy, carbon management (low carbon cities) and co-benefits for human health. *Curr Opin Environ Sustain*. 2012;4(4):398-404.
7. de Nazelle A, Nieuwenhuijsen MJ, Anto JM, Brauer M, Briggs D, Braun-Fahrlander C, et al. Improving health through through policies that promote active travel: a review of evidence to support integrated health impact assessment. *Environ Int*. 2011;37(4):766-77.
8. Haines A, McMichael AJ, Smith KR, Roberts I, Woodcock J, Markandya A, et al. Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: overview and implications for policy makers. *Lancet*. 2009;374(9707):2104-14.
9. United Nations. Sustainable Development Goals. New York: United Nations; 2016 (<http://www.un.org/sustainabledevelopment/>, accessed November 2016).
10. United Nations Framework Convention on Climate Change. The Paris Agreement. New York, NY, USA: UNFCCC; 2016 (<http://unfccc.int/2860.php>, accessed November 2016).
11. United Nations. The New Urban Agenda. UN Habitat III; 2016 (<https://habitat3.org/the-new-urban-agenda/>, accessed November 2016).
12. GeoNames. The GeoNames Geographical Database. 2015 (<http://www.geonames.org/>, accessed March 2017).
13. World Bank. GNI Per Capita. 2015 (<http://data.worldbank.org/indicator/NY.GNP.PCAP.PP.CD>, accessed March 2017).
14. Bailey RG. Ecoregions: The ecosystem geography of the oceans and continents. New York, NY, USA: Springer-Verlag; 1998.
15. van Vuuren DP, Edmonds J, Kainuma M, Riahi K, Thomson A, Hibbard K, et al. The representative concentration pathways: an overview. *Clim Change*. 2011;109(1):5.
16. Meinshausen M, Smith SJ, Calvin K, Daniel JS, Kainuma MLT, Lamarque J-F, et al. The RCP greenhouse gas concentrations and their extensions from 1765 to 2300. *Clim Change*. 2011;109(1):213.

17. International Institute for Applied Systems Research. RCP Database (version 2.0). Vienna, Austria: IIASA; 2009 (<http://tntcat.iiasa.ac.at:8787/RcpDb/dsd?Action=htmlpage&page=welcome>, accessed September 2016).
18. Riahi K, Gruebler A, Nakicenovic N. Scenarios of long-term socioeconomic and environmental development under climate stabilization. *Technol Forecast Soc Change*. 2007;74(7):887-935.
19. Taylor K, Stouffer R, Meehl G. An overview of CMIP5 and the experiment design. *Bull Amer Meteor Soc*. 2012;93:485-98.
20. World Health Organization. WHO Global Urban Ambient Air Pollution Database (update 2016). Geneva, Switzerland: WHO; 2016 (http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/en/, accessed November 2016).
21. United Nations Environment Programme/United Nations Office for Disaster Risk Reduction. Global Risk Data Platform. Geneva, Switzerland: UNEP/UNISDR; 2013 (<http://preview.grid.unep.ch>, accessed March 2017).
22. Hijmans R, Garcia N, Weiczorek J. GADM: Database of Global Administrative Areas. 2010 (<http://gadm.org/>, accessed March 2017).
23. The American Association for the Advancement of Science. OpenStreetMap (<http://openstreetmap.org>, accessed December 2016).
24. Kjellstrom T, Briggs D, Freyberg C, Lemke B, Otto M, Hyatt O. Heat, human performance, and occupational health: a key issue for the assessment of global climate change impacts. *Annu Rev Public Health*. 2016;37:97-112.
25. World Health Organization. WHO air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005. Summary of risk assessment. Geneva, Switzerland: WHO; 2006.
26. Gasparrini A, Guo Y, Hashizume M, Lavigne E, Zanobetti A, Schwartz J, et al. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study. *Lancet*. 2015;386(9991):369-75.
27. International Energy Agency. World Energy Outlook 2016. Paris, France: IEA; 2016.

Доклад

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ГОРОДОВ ЕВРОПЕЙСКОГО РЕГИОНА: АНАЛИЗ БАЗЫ ДАННЫХ «УСТОЙЧИВАЯ И БЛАГОПРИЯТНАЯ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ГОРОДСКАЯ СРЕДА» (SHUE)

James Milner¹, Jonathon Taylor², Mauricio L. Barreto^{3,4}, Mike Davies², Andy Haines¹, Colin Harpham⁵, Meena Sehgal⁶, Paul Wilkinson¹ от имени партнеров проекта SHUE

¹ Департамент исследований по социальным вопросам и гигиене окружающей среды, Лондонская школа гигиены и тропической медицины, Лондон, Соединенное Королевство

² Институт экологического дизайна и проектирования, Университетский колледж Лондона, Лондон, Соединенное Королевство

³ Центр интеграции данных и знаний в области здравоохранения (CIDACS), Instituto Gonçalo Moniz, Салвадор-Баия, Бразилия

⁴ Instituto de Saude Coletiva, Федеральный институт Баия, Салвадор-Баия, Бразилия

⁵ Научно-исследовательский отдел по вопросам климата, Университет Восточной Англии, Норидж, Соединенное Королевство

⁶ Институт энергетики и ресурсов (TERI), Нью-Дели, Индия

Автор, отвечающий за переписку: James Milner (адрес электронной почты: james.milner@lshtm.ac.uk)

АННОТАЦИЯ

Введение: В мире, характеризующемся неуклонным ростом урбанизации, городам отводится центральное место в деятельности по укреплению здоровья людей и обеспечению устойчивого развития. Цель проекта Sustainable Healthy Urban Environments (SHUE; Устойчивая и благоприятная для здоровья городская среда) заключается в предоставлении информационного ресурса общего пользования для поддержки этой деятельности. Он направлен на проверку методов и целесообразности сбора данных относительно характеристик избранных городов со всего мира, а также проживающего в них населения для проведения сравнительных анализов и использования таких данных для оценки того, каким образом меры политики

могут содействовать устойчивому городскому развитию и укреплению здоровья людей.

Методы: В качестве первой демонстрации базы данных мы предлагаем вашему вниманию анализы избранных параметров относительно изменения климата, загрязнения воздуха и риска наводнений для 64 городов Европейского региона ВОЗ.

Результаты: Согласно сценарию траектории высокого уровня выбросов парниковых газов (RCP8.5), результаты анализов дают основание полагать, что в европейских городах температура воздуха возрастет до опасного и самого высокого уровня по сравнению с другими городами, представленными в глобальной базе данных. При этом во всех

городах, лишь за исключением нескольких, уровни загрязнения воздуха мелкими твердыми частицами (PM_{2.5}) будут существенно превышать показатели, рекомендуемые в руководстве ВОЗ по качеству воздуха. Во многих районах экологические угрозы будут усугубляться риском наводнения.

Обсуждение: Эти выводы, хотя они являются предварительными, поскольку базируются на ограниченных данных, свидетельствуют о необходимости принятия безотлагательных мер по борьбе с изменением климата (меры по адаптации и смягчению последствий), а также по устранению рисков, связанных с загрязнением воздуха и другими экологическими угрозами.

Ключевые слова: ГОРОД, ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА, ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА, НАВОДНЕНИЕ, ЕВРОПА

ВВЕДЕНИЕ

Более половины населения земного шара, численность которого достигла 7,5 млрд человек, проживает в городах, и, по прогнозам, к 2050 г. его численность возрастет еще на 2,5 млрд. При этом на города приходится около 85% глобальной экономической деятельности (1). В Европе приблизительно 73% людей живут в городских районах (1). Растет признание того, что проектирование и функционирование городов, а также управление ими имеет важное значение для достижения целей по повышению устойчивости и укреплению здоровья населения, особенно в таких областях, как реагирование на изменение климата и меры политики, связанные с энергетикой, жильем, транспортом и продовольствием (2–4). Жизнь в городах сопряжена со многими экологическими проблемами, в частности, с загрязнением воздуха, дорожным травматизмом, шумом и социальной изоляцией (2,5), вместе с тем в городах также создаются условия для укрепления здоровья, особенно в контексте перехода к низкоуглеродистым технологиям (6–8). Хорошо спланированное городское развитие играет важнейшую роль в достижении многих Целей в области устойчивого развития (ЦУР) (9), задач Парижского соглашения по климату (10) и Новой городской повестки дня (11).

Проект «Устойчивая и благоприятная для здоровья городская среда» – это инициатива, в рамках которой оказывается поддержка при разработке мер политики по направлениям, связанным с этими проблемами и возможностями в области окружающей среды и здоровья. Он направлен на проверку методов и целесообразности сбора данных относительно характеристик отдельных городов мира, а также проживающего в них населения для проведения сравнительных анализов и использования таких данных для оценки того, как меры политики могут содействовать устойчивому городскому развитию и укреплению здоровья людей. В число конкретных задач проекта входят: выявление причин существующих между городами различий в плане устойчивого развития и факторов, влияющих на здоровье городских жителей и их поведение; оценка потенциала по укреплению здоровья населения путем применения стратегий, направленных на повышение экологической устойчивости и сопротивляемости к растущим экологическим угрозам; а также определение возможных мер политики и ме-

роприятий, влияние которых на здоровье и устойчивость может стать предметом будущих оценочных исследований.

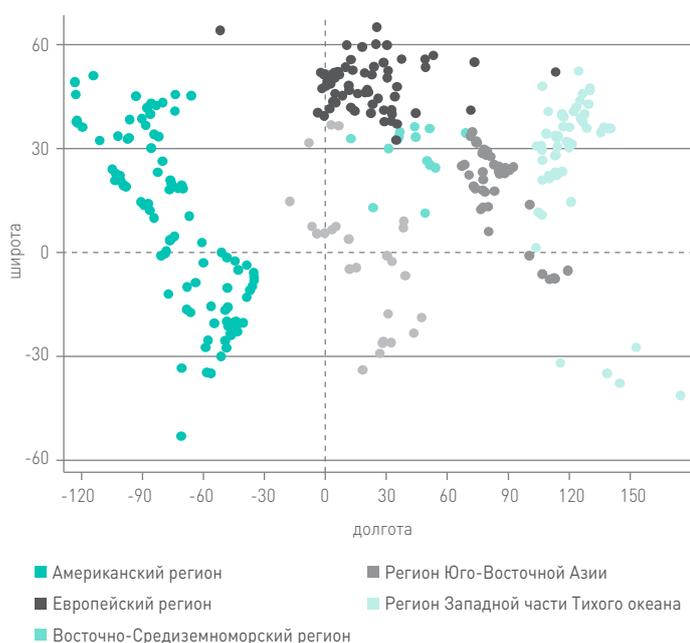
В рамках проекта собираются данные о репрезентативной в глобальном масштабе выборке городов. Ожидается, что информация, содержащаяся в настоящей базе данных, поможет лучше понять различия между особенностями разных городов и определить потребности и возможности для улучшенного городского планирования с учетом вопросов здоровья и устойчивости. Настоящая база данных после завершения ее разработки должна стать находящимся в открытом доступе ресурсом, доступным для научного сообщества и вовлеченных в разработку политики кругов.

Для демонстрации самой базы данных и ее потенциала в этой статье мы приводим результаты предварительного анализа экологических параметров и показателей здоровья людей для Европейского региона ВОЗ, которые свидетельствуют об изменении климата, загрязнении воздуха и риске наводнений.

МЕТОДЫ

В базе данных содержится информация о 246 городах мира с численностью населения более 15 тыс. человек, полученная из базы данных GeoNames (12). Информация разбита на группы в зависимости от уровня национального богатства, выраженного как валовый национальный доход (ВНД) на душу населения (<1045 долл. США, 1045–4125 долл. США, 4125–12 746 долл. США, >12 746 долл. США) (13); численности населения (<100 тыс., 100 тыс. – 500 тыс., 500 тыс. – 1 млн, 1–5 млн, >5 млн); а также с учетом области экологического региона по классификации Бейли (засушливая область, влажная умеренная, влажная тропическая, полярная) (14). Также в выборку были включены 63 специально отобранных города с хорошей репутацией, сложившейся в результате проводимых в них мер политики, которые направлены на то, чтобы сделать их «устойчивыми городами». Таким образом, общее число городов в базе данных SHUE достигло 309. Географическое распределение городов показано на рис. 1. В табл. 1 перечислены 64 города Европейского региона ВОЗ, включенные в базу данных, в том числе 55 городов, отобранных произвольно.

РИСУНОК 1. ГОРОДА SHUE В РАЗБИВКЕ ПО РЕГИОНАМ ВОЗ



КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ РИСКА И ХАРАКТЕРИСТИК ГОРОДОВ

Данные об экологических факторах риска были получены из отдельных наборов данных. Здесь мы уделяем основное внимание избранным переменным показателям, связанным с метеорологическими параметрами, загрязнением воздуха и риском наводнения:

- Прогнозируемые изменения климата/температуры: данные моделирования текущего и возможного будущего климата были предоставлены Научно-исследовательским отделом по вопросам климата (CRU) Университета Восточной Англии с использованием оценочных показателей для городов проекта SHUE, извлеченных для ближайшего квадрата сетки модели (обычно в разрешении нескольких сотен километров), полученных из ансамбля 18 глобальных климатических моделей (ГКМ) на 2015, 2050 и 2100 гг., согласно сценарию без принятия мер по сокращению уровня выбросов парниковых газов (RCP8.5) (15–18). Модельные расчеты были получены в рамках проекта CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5) (19). Анализы основаны на среднемесячных значениях среднесуточных температур за самый жаркий месяц года.

ТАБЛИЦА 1. ГОРОДА ЕВРОПЕЙСКОГО РЕГИОНА ВОЗ (>15 ТЫС. ЖИТЕЛЕЙ) В БАЗЕ ДАННЫХ SHUE*

Страна	Города
Армения	Ереван
Беларусь	Гомель, Гродно, Лепель
Бельгия	Намюр, Остенде
Болгария	<i>София</i>
Венгрия	Мезотур
Германия	Берлин, Дюссельдорф, Гамбург, <i>Мюнхен</i>
Гренландия	Нуук
Греция	Катерини
Дания	<i>Копенгаген</i>
Израиль	Хадера
Испания	Мадрид, Сан-Висенс-дельс-Орс, Валенсия
Италия	Брессаноне, Кава-де-Тиррени, Неаполь, Рим, Верчелли
Нидерланды	Роттердам, Ворст
Норвегия	Осло
Польша	Ленчна, Лодзь
Российская Федерация	Чита, Ижевск, Казань, Москва, Омск, Санкт-Петербург, Тольятти
Румыния	Арад, Бухарест
Сербия	Суботика
Соединенное Королевство	Фарнборо, Глостер, Лондон
Турция	Адана, Анкара, Денизли, Карабюк, Конья, Стамбул
Узбекистан	Наманган
Украина	<i>Киев</i> , Симферополь, Запорожье
Финляндия	<i>Хельсинки</i> , Оулу
Франция	Брюна, Ле-Гран-Кевийи, Ле-Ман, Лион, Марсель, Монпелье, Нант, <i>Париж</i>
Хорватия	Загреб
Швеция	<i>Стокгольм</i>

*Названия специально отобранных городов написаны курсивом.

- Загрязнение воздуха: средние годовые концентрации мелких твердых частиц ($PM_{2.5}$) для каждого города были получены из базы данных ВОЗ по загрязнению атмосферного воздуха в городах за 2016 г. (20), в которой содержатся оценочные показатели, основанные на измерениях станций мониторинга за 2010–2015 гг.

- Наводнения: оценочные показатели воздействия наводнений в сетке координат в разбежку от 1 (низкое) до 5 (экстремальное) были предоставлены Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП) (21). Оценка риска для каждого города была сделана, исходя из квадрата сетки (0,1 x 0,1 градусов), в которой находится центр города.

Вышеописанные данные были объединены с данными о следующих характеристиках городов:

- Численность населения: оценочные параметры численности населения городов и больших городских массивов в соответствующих случаях были получены из самых последних переписей населения, правительственных статистических данных, Статистического отдела ООН, а в случае отсутствия данных в этих источниках – напрямую из базы данных GeoNames.
- Местонахождение: координаты городов были получены из базы данных GeoNames, информация об их административных границах – из базы данных Global Administrative Areas (GADM) (22) и OpenStreetMap (23), а при отсутствии данных в этих источниках – из Google Maps.
- Благосостояние: данные о валовом внутреннем продукте на душу населения (пересчитанном по паритету покупательной способности в долларах США) были получены из ряда источников, включая Брукингский институт, Организацию экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) и Всемирный банк. Если данные на уровне города были недоступны, использовались региональные или национальные данные.
- Экологический регион: была проведена классификация городов в соответствии с экологическим регионом по классификации Бейли – иерархической системы, основанной на климатических, растительных, геоморфологических и почвенных характеристиках (14). Мы использовали только уровень классификации «Область».

АНАЛИЗ

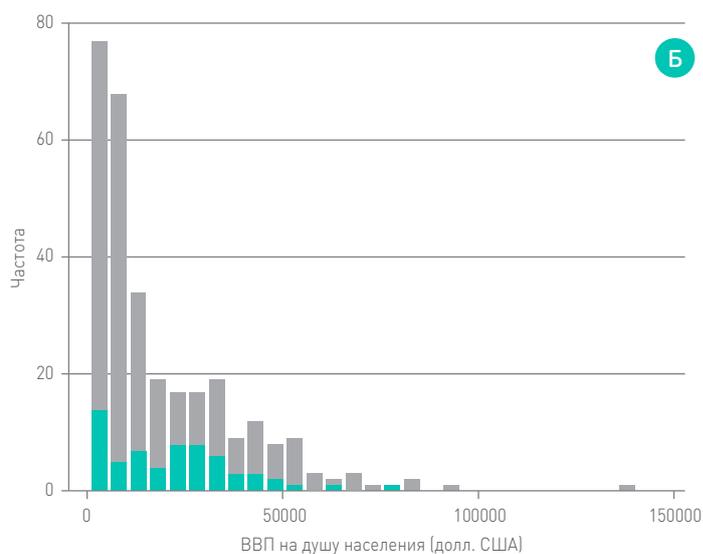
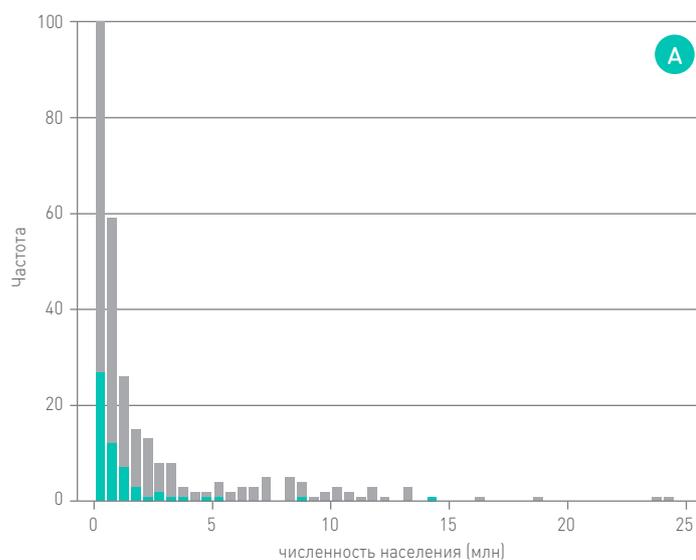
Данные за самые последние годы по каждому из городов были проанализированы при помощи простых табличных и графических методов, чтобы

изучить одномерное и двумерное распределение экологических характеристик по городам. Если данные по конкретному городу отсутствовали, то он исключался из соответствующей части анализа. Мы приводим информацию по всем городам мира, представленным в базе данных SHUE, выделяя данные о городах Европейского региона ВОЗ, чтобы представить европейские данные в глобальном контексте. Что касается загрязнения воздуха, мы даем анализ факторов, обуславливающих колебания концентраций загрязняющих частиц $PM_{2.5}$, чтобы продемонстрировать, насколько их концентрации в отдельных городах кажутся выше или ниже уровней в сравниваемых с ними городах. Этот анализ основан на модели множественной регрессии, в рамках которой уровни концентрации $PM_{2.5}$ моделируются как функция трех основных факторов: уровня социально-экономического развития (ВВП на душу населения), размера города (численности населения больших городских массивов) и числа городов, расположенных в радиусе 500 км от индексного города. Взаимосвязь с каждым параметром определялась посредством аппроксимирования естественных кубических сплайнов соответствующей переменной в функции *mkspline* с тремя внутренними узлами. Все анализы были проделаны в программе Stata v14 (StataCorp LP, College Station, TX, USA).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Распределение городов Европейского региона ВОЗ в соответствии с численностью их населения и уровнем социально-экономического развития (ВВП на душу населения) показано на рисунке 2. По сравнению с глобальным распределением среди европейских городов отсутствуют самые большие города (мегаполисы), но по всем другим параметрам они схожи с городами из глобальной выборки (см. рис. 2.А). Лондон, Москва, Санкт-Петербург и Стамбул насчитывают 5 млн жителей или более, исключая пригороды. В выборку входят 10 городов с населением менее 50 тыс. человек.

Города Европейского региона ВОЗ, вошедшие в выборку проекта SHUE, отличаются более высоким уровнем дохода на душу населения, чем города в глобальной подборке, но в их число также входят города с очень низким средним уровнем доходов (см. рис. 2.Б).

РИСУНОК 2. ГИСТОГРАММЫ [А] ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И [Б] УРОВНЯ ВВП НА ДУШУ НАСЕЛЕНИЯ ДЛЯ ВСЕХ ГОРОДОВ SHUE И ЕВРОПЕЙСКОГО РЕГИОНА ВОЗ (ЗЕЛЕНЕЕ НАЛОЖЕНИЕ)

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

На рис. 3 показаны среднемесячные значения среднесуточных температур по сценарию RCP8.5 на 2050 г. за самый жаркий месяц года, полученные на основе ансамбля средних значений 18 ГКМ CMIP5.

В глобальном отношении в городах Европейского региона, отобранных для проекта SHUE, ожидается самый высокий рост температур в самый жаркий месяц года, при этом к середине текущего столетия рост прогнозируемых средних значений в большинстве городов будет превышать 2 °С. К 2100 г. в таких городах, как Арад, Брессаноне, Бухарест, Верчелли, Загреб, Катериини, Лион, Мезотур, Монпелье, Симферополь, София, Суботика, рост среднесуточной температуры в самый жаркий месяц будет превышать 7 °С (эти данные не показаны). Хотя сценарий RCP8.5 является самым пессимистичным прогнозом, результаты указывают на значительный сдвиг распределения температур к 2100 г., который, если не принять эффективные меры адаптации, вероятнее всего, приведет к частому воздействию температур, существенно превышающих верхние пределы текущего распределения, значительно увеличивая бремя болезней и уровень смертности и ограничивая физическую активность людей (24).

Эти значительные увеличения температур отмечаются в городах среднего диапазона текущего глобального распределения температуры, а не в го-

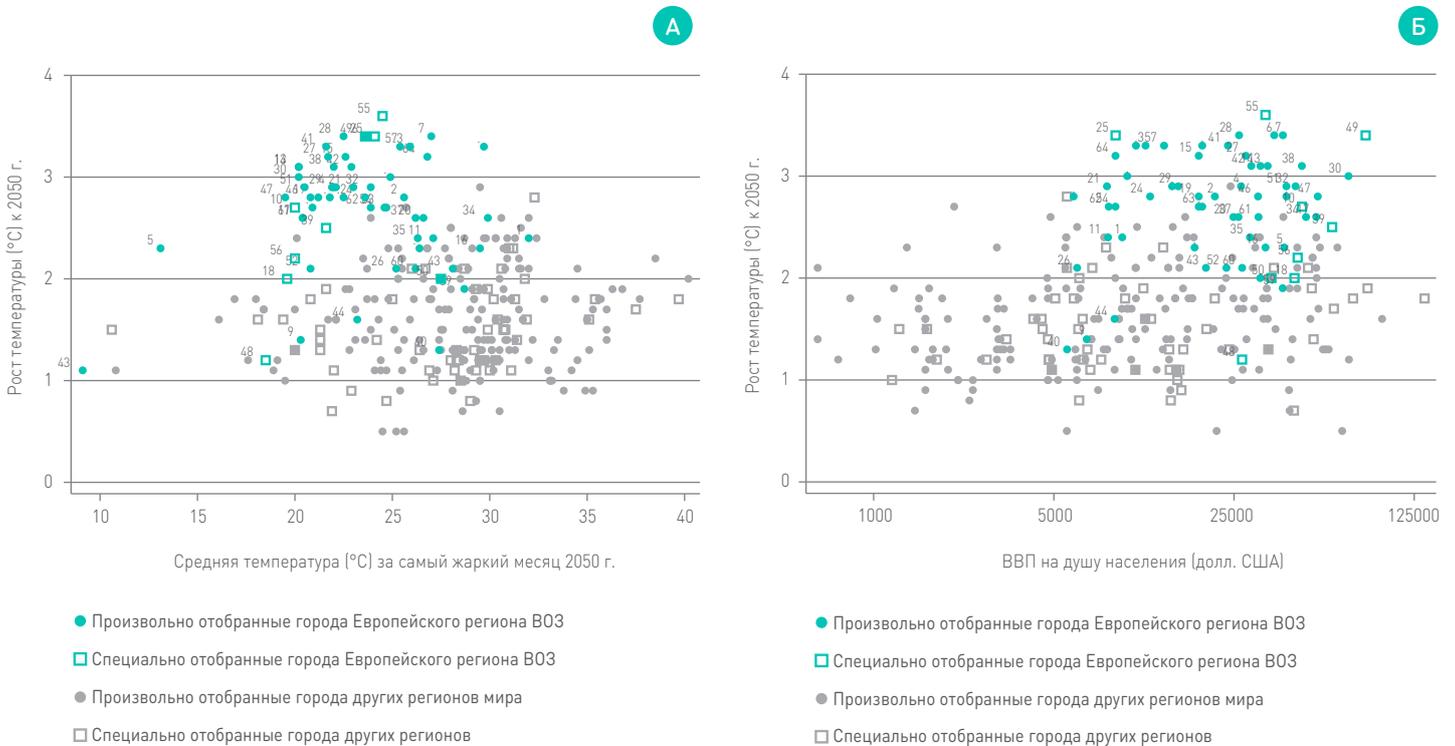
родах с самыми высокими температурами в мире и в основном в регионах с вероятными ощутимыми суточными колебаниями температуры, благодаря которым ночью можно будет получить частичное облегчение от воздействия дневных максимальных температур. Большинство городов с самым высоким прогнозируемым ростом температуры относятся к городам со средним и высоким уровнем доходов (см. рис. 3.Б).

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА

Только в пяти из 64 городов Европейского региона, вошедших в проект SHUE, зарегистрированы среднегодовые уровни концентрации $PM_{2,5}$, ниже рекомендуемых ВОЗ (25) 10 мкг/м³ (рис. 4 [А]): в Стокгольме (5,51 мкг/м³), Оулу (7,65 мкг/м³), Хельсинки (8,96 мкг/м³), Брессаноне (9,23 мкг/м³) и Мадриде (9,95 мкг/м³). Самые высокие среднегодовые уровни концентрации $PM_{2,5}$ были зарегистрированы в Копенгагене (39,34 мкг/м³), Денизли (44,79 мкг/м³) и Анкаре (46,93 мкг/м³), но эти показатели значительно ниже самых высоких уровней концентрации в городах за пределами Европейского региона.

Как показано на рисунке 4.А, уровни концентрации $PM_{2,5}$ в городах взаимосвязаны с уровнем дохода на душу населения, при этом прослеживается тенденция регистрации более низких уровней в более богатых городах. Также прослеживается взаимосвязь между числом городов, расположенных в радиусе

РИСУНОК 3. РОСТ СРЕДНЕСУТОЧНЫХ ТЕМПЕРАТУР ЗА САМЫЙ ЖАРКИЙ МЕСЯЦ В 2050 Г.: РЕЗУЛЬТАТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ НА ОСНОВЕ ЗНАЧЕНИЙ 18 ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ СМIP5. В СЛУЧАЕ РЕАЛИЗАЦИИ СЦЕНАРИЯ RCP8.5. [А] РОСТ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО СРАВНЕНИЮ СО СРЕДНЕЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ ЗА САМЫЙ ЖАРКИЙ МЕСЯЦ 2050 Г. И [Б] ПО СРАВНЕНИЮ С УРОВНЕМ ВВП НА ДУШУ НАСЕЛЕНИЯ (ДОЛЛ. США)



Коды городов: 1 Адана; 2 Анкара; 3 Арад; 4 Берлин; 5 Брессаноне; 6 Брюнуа; 7 Бухарест; 8 Кава-Де-Тиррени; 9 Чита; 10 Копенгаген; 11 Денизли; 12 Дюссельдорф; 12 Фарнборо; 14 Глостер; 15 Гомель; 16 Хадера; 17 Гамбург; 18 Хельсинки; 19 Гродно; 20 Стамбул; 21 Ижевск; 22 Карабюк; 23 Катерини; 25 Киев; 26 Конья; 27 Ле-Гран-Кевийи; 28 Ле-Ман; 29 Ленчна; 30 Лондон; 31 Лепель; 32 Лион; 33 Лодзь; 34 Мадрид; 35 Марсель; 36 Мезотур; 37 Монпелье; 38 Москва; 39 Мюнхен; 40 Наманган; 41 Намюр; 42 Нант; 43 Неаполь; 44 Нуук; 45 Омск; 46 Остенде; 47 Осло; 48 Оулу; 49 Париж; 50 Рим; 51 Роттердам; 52 Санкт-Петербург; 53 Сан-Висенс-Дельс-Орс; 54 Симферополь; 55 София; 56 Стокгольм; 57 Суботика; 58 Тольятти; 59 Валенсия; 60 Верчелли; 61 Ворст; 62 Ереван; 63 Загреб; 64 Запорожье

500 км от индексного города в Европейском регионе (см. рис. 4.Б), и размером городов, выраженным численностью населения больших городских массивов (см. рис. 4.В). Неудивительно, что уровни концентрации $PM_{2.5}$ кажутся тесно и прямолинейно связанными с размером городов, и опять же эта взаимосвязь наиболее четко прослеживается среди городов с высоким уровнем доходов (см. рис. 4.Б).

Взаимосвязь с числом городов в радиусе 500 км слабее и в некоторой степени различается среди городов со средним уровнем доходов, превышающим 40 тыс. долл. США на душу населения, по сравнению с городами с более низким уровнем дохода на душу населения. В городах с высоким уровнем доходов прослеживается небольшой рост уровня концентрации $PM_{2.5}$ при увеличении числа городов в радиусе

500 км (см. рис. 4.Б), в то время как городам с более низким уровнем доходов присуще обратное.

Учитывая ограниченное число городов и неуверенность в последовательности определения данных, результаты регрессии $PM_{2.5}$ в зависимости от характеристик городов следует интерпретировать с осторожностью и рассматривать как указывающие только на общие модели связи. Однако в моделях с взаимной поправкой на уровень дохода на душу населения численность-размер населения города (мегаполиса) и число городов в радиусе 500 км служили четкими доказательствами того, что уровни загрязнения воздуха зависят как от уровня дохода, так и от размера города, но не от числа городов, расположенных в радиусе 500 км. Используя для простоты линейные члены для каждой переменной (в моделях с другими переменными, аппроксимированными с использо-

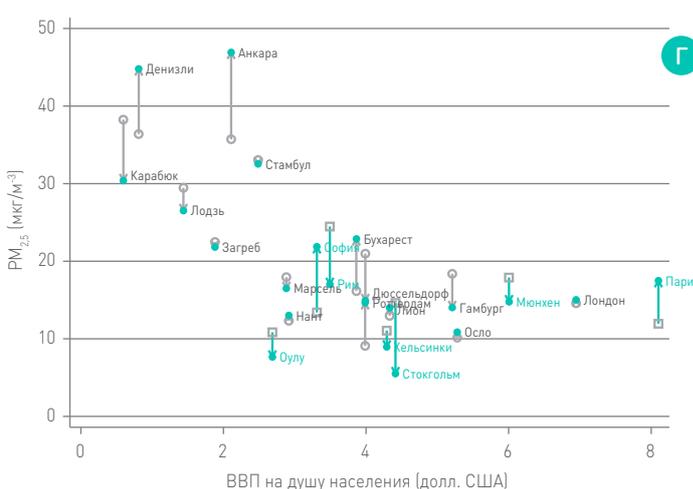
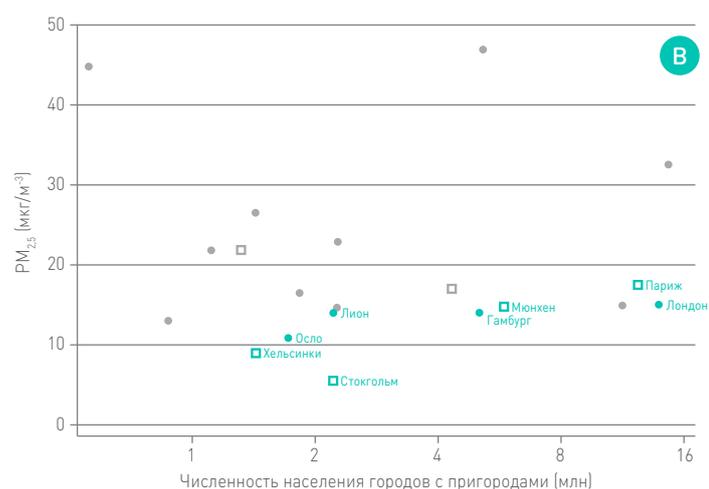
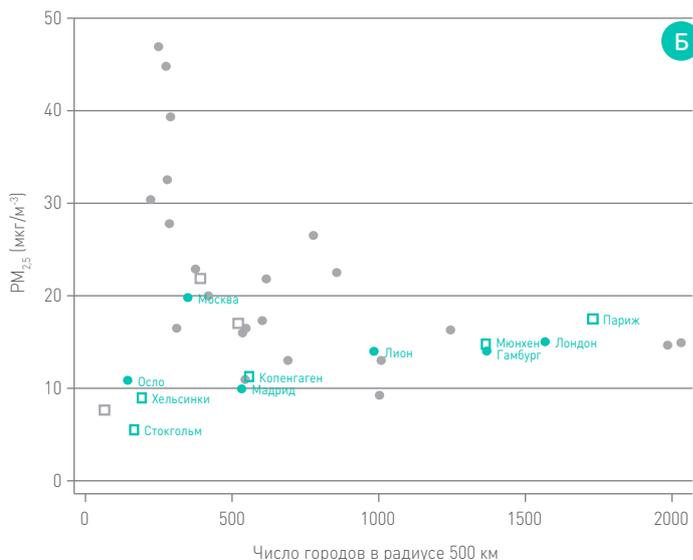
РИСУНОК 4. (А), (Б), (В) И (Г):

[А] СРЕДНЕГОДОВОЙ ГОРОДСКОЙ УРОВЕНЬ КОНЦЕНТРАЦИИ МЕЛКИХ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ (PM_{2.5}) ПО СРАВНЕНИЮ С УРОВНЕМ ВВП НА ДУШУ НАСЕЛЕНИЯ. КОДЫ ГОРОДОВ ТАКИЕ ЖЕ, КАК НА РИС. 3;

С [Б] ПО [Г] ДАННЫЕ ДЛЯ ГОРОДОВ ЕВРОПЕЙСКОГО РЕГИОНА ВОЗ С ИМЕЮЩИМИСЯ В НАЛИЧИИ ДАННЫМИ:

- СРЕДНЕГОДОВОЙ УРОВЕНЬ PM_{2.5} ПО СРАВНЕНИЮ С
- [Б] ЧИСЛОМ ГОРОДОВ В РАДИУСЕ 500 КМ ОТ ИНДЕКСНОГО ГОРОДА И
- [В] ПО СРАВНЕНИЮ С ЧИСЛЕННОСТЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДОВ С ПРИГОРОДАМИ

[Г] НАБЛЮДАЕМЫЕ (ЗАПОЛНЕННЫЕ КРУЖКИ) И ПРОГНОЗИРУЕМЫЕ (НЕЗАПОЛНЕННЫЕ КРУЖКИ) УРОВНИ КОНЦЕНТРАЦИИ PM_{2.5}, ПРИ ЭТОМ ПРОГНОЗИРУЕМЫЕ УРОВНИ КОНЦЕНТРАЦИИ ОСНОВАНЫ НА РЕГРЕССИИ PM_{2.5} В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ВВП НА ДУШУ НАСЕЛЕНИЯ, ЧИСЛА ГОРОДОВ В РАДИУСЕ 500 КМ И ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДОВ С ПРИГОРОДАМИ. СТРЕЛКИ УКАЗЫВАЮТ В НАПРАВЛЕНИИ ОТ ПРОГНОЗИРУЕМЫХ К НАБЛЮДАЕМЫМ УРОВНЯМ КОНЦЕНТРАЦИИ PM_{2.5}.



ванием естественных кубических сплайнов) скорректированные изменения уровня концентрации $PM_{2.5}$ ($\mu\text{кг}/\text{м}^3$) были: -5,10 (95% ДИ: -7,89; -2,31) на каждые 10 000 долл. США прироста ВВП на душу населения, 1,20 (0,23; 2,16) на каждый миллион прироста в численности населения и -0,36 (-0,98; 0,26) на каждые дополнительные 100 городов в радиусе 500 км.

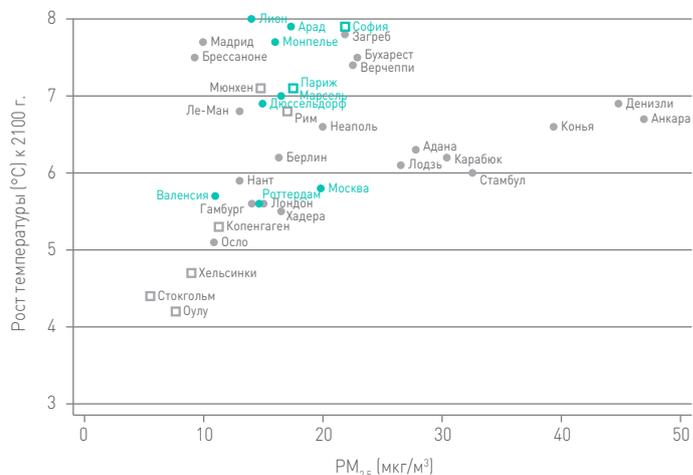
На рисунке 4.Г показана значимость этих трех детерминант для качества воздуха. Для каждого города уровень концентрации загрязнителей воздуха, прогнозируемый в модели регрессии, в которой учитывается каждая переменная, аппроксимированная с использованием естественных кубических сплайнов, соединен с наблюдаемым уровнем при помощи вертикальных стрелок. Города, в которых наблюдаемый уровень превышает прогноз, обозначены стрелками, направленными вверх, а города, где наблюдаемый уровень ниже прогнозируемого, – стрелками вниз. Например, в Лондоне отмечается уровень загрязнения воздуха в основном ожидаемый для города с таким уровнем доходов, размером и числом других городов, расположенных в радиусе 500 км от него, в то время как показатели Стокгольма гораздо лучше ожидаемых. Такие различия между наблюдаемыми и прогнозируемыми уровнями загрязнения воздуха могут отражать относительную важность местных источников загрязнения. Однако такие сравнения следует интерпретировать с осторожностью, т.к. они зависят от многих факторов, в том числе от точности введения переменных, особенно оценочных показателей о доходах на душу населения.

МНОГОЧИСЛЕННЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА

Взаимосвязь между загрязнением воздуха, изменением климата и риском наводнений показана на рисунке 5. В городах с высокими уровнями загрязнения воздуха, включая города Турции и Лодзь, к 2100 г. также отмечается потенциально высокое (хотя и не предельное) повышение среднесуточных температур в самый жаркий месяц. В число городов с возможным ростом температуры выше 7°C входят несколько городов с уровнями концентрации $PM_{2.5}$ выше $15 \mu\text{кг}/\text{м}^3$, в том числе Арад, Бухарест, Верчелли, Загреб и София.

Некоторые города с существенным потенциальным повышением температуры также относятся к числу городов, где исторически имеется риск наводнений

РИСУНОК 5. МНОГОЧИСЛЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УГРОЗЫ В ГОРОДАХ ЕВРОПЕЙСКОГО РЕГИОНА ВОЗ: РОСТ СРЕДНЕСУТОЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗА САМЫЙ ЖАРКИЙ МЕСЯЦ К 2100 г. ПО СРАВНЕНИЮ С ТЕКУЩИМИ УРОВНЯМИ КОНЦЕНТРАЦИИ $PM_{2.5}$.



подтверждены, используя стандартные определения, чтобы точно интерпретировать причинно-следственные связи. Также их не следует использовать для оценки показателей отдельных городов. Тем не менее посредством изучения широких моделей связи между многочисленными городами разных размеров и с разными уровнями доходов можно получить представление о задействованных механизмах, а также о проблемах и возможностях для содействия улучшению городской среды и укреплению здоровья людей.

Доклады о результатах более подробных анализов будут сделаны при выполнении последующей работы по мере развития базы данных. Однако даже на основании представленных здесь результатов относительно ограниченных анализов можно сделать вывод, что Европейскому региону ВОЗ, наиболее вероятно, придется столкнуться с существенной угрозой, связанной с неуправляемыми изменениями климата, при этом будут наблюдаться самые высокие показатели потенциального роста температур в любом городе, включенном в базу данных, при условии развития ситуации по сценарию RCP8.5. Уровни роста температуры в самый жаркий месяц при реализации сценария были бы очень опасными, что подчеркивает необходимость принятия адаптационных мер реагирования и ускорения шагов, направленных на радикальное сокращение выбросов парниковых газов. Анализы взаимосвязи между уровнями температуры и смертности, опубликованные в других источниках (26), дают основание предполагать, что городское население не полностью адаптировалось к текущему воздействию распределения температуры, поэтому значительные ее повышения потенциально могут оказывать весьма сильное влияние на здоровье людей, если не будут приниматься меры по адаптации. Большинство городов с самыми высокими предполагаемыми показателями роста температуры относятся к городам со средним и высоким уровнем доходов (см. рис. 3.Б), что может играть важную роль для их способности адаптироваться в случае провала усилий по смягчению последствий, направленных на ограничение роста температуры в течение этого столетия. Тем не менее масштабы потенциальной угрозы указывают на срочную необходимость принятия мер по смягчению последствий. Хотя сценарий RCP8.5 может считаться маловероятным после реализации Парижского соглашения, по-прежнему

существуют сомнения относительно степени его выполнения, поэтому для наглядности мы приводим здесь предполагаемые показатели.

Смягчение последствий изменения климата, вероятно, также поможет сократить уровни концентрации вредных частиц в атмосфере, которые остаются выше желаемого уровня почти во всех городах Европейского региона, охваченных проектом SHUE, за исключением нескольких. Дальнейшее сокращение уровней концентрации $PM_{2.5}$, которое, вероятно, последовало бы за переходом к низкоуглеродистой экономике, принесло бы пользу всем городам и даже тем, в которых отмечаются самые низкие концентрации $PM_{2.5}$ (27). К важным решающим факторам относятся уровень социально-экономического развития, объясняющий некоторые разбежки в уровнях концентрации загрязнителей в окружающей среде по всему региону, а также размер городов. В то время как в городах с высоким уровнем доходов, которые, как правило, обладают лучшими средствами контроля над выбросами, фоновые уровни в окружающей среде в какой-то степени соответствовали числу городов в радиусе 500 км, такой взаимосвязи не наблюдалось после того, как делались поправки с учетом уровня доходов и численности населения. Такое соотношение можно предположить в связи с переносом масс загрязненного воздуха на дальние расстояния, но отсутствие здесь четкой связи может частично отражать простоту маркеров и влияние других сопутствующих факторов.

Совпадение некоторых угроз, в частности таких, как изменение климата, загрязнение воздуха и в некоторых случаях риск наводнений, представляет особые вызовы для городов. Однако сопутствующие выгоды принятия мер означают, что существуют дополнительные преимущества для здоровья людей, при условии обеспечения надлежащей согласованности соответствующих стратегий.

Основные ограничения при попытках собрать и проанализировать данные на уровне городов связаны с качеством самих данных из-за сомнения в их полноте, а также с сопоставимостью городов. Также существуют ограничения, касающиеся наличия данных. Некоторые исходные параметры могут быть получены только из обследований населения, которые не всегда имеются в наличии. В общем, существует достаточно данных о более крупных развитых городах, которые зачастую собираются

городской администрацией, в то время как данных о малых городах в менее богатых странах значительно меньше. Поэтому особую пользу приносят попытки собрать необходимую информацию из пакетов данных глобального мониторинга и моделирования. Мы также отмечаем, что пакет данных GeoNames, из которого были отобраны города, охватывает все города мира, но районы Западной Европы могут быть представлены здесь шире, чем районы Евразии (12).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на эти ограничения, мы надеемся, что благодаря использованию базы данных как общего ресурса со временем доступность таких данных повысится, а их качество – улучшится. Существуют многочисленные базы данных, посвященные особенностям городов, но уникальный вклад проекта SHUE заключается в сборе данных и методов анализа, касающихся как вопросов здоровья людей, так и устойчивого развития. Реализация потенциала базы данных в научном сообществе и в кругах, вовлеченных в разработку политики, будет повышаться по мере расширения ее использования. Текущим приоритетом является работа с потенциальными пользователями для изучения степени, в которой сравнение городов и моделирование могут наилучшим образом содействовать выработке политики в стремлении достигнуть целей в области укрепления здоровья людей и обеспечения устойчивости.

База данных SHUE все еще находится на стадии разработки. Будущие исследования планируется посвятить улучшению качества основополагающих данных и применяемых к ним аналитических подходов. Для содействия максимальному повышению практической ценности базы данных мы будем не только обращаться за комментариями к разным группам пользователей, но и вести диалог с заинтересованными научными работниками и лицами, вырабатывающими политику, по вопросам развития и использования базы данных.

Выражение признательности: мы выражаем благодарность Corinne Le Quééré (Тиндалл-центр по исследованиям изменения климата, Университет Восточной Англии) и Clare Goodess (Научно-исследовательский отдел по вопросам климата,

Университет Восточной Англии) за помощь в предоставлении данных о климате, обработанных на основе выходных данных CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5) – проекта Рабочей группы по моделированию объединенных систем Всемирной программы исследований климата. Мы также хотели бы поблагодарить Annette Prüss-Üstün из штаб-квартиры ВОЗ в Женеве за предоставление данных о загрязнении воздуха.

Источники финансирования: данное исследование является частью проекта «Устойчивая и благоприятная для здоровья городская среда» (SHUE), осуществляемого при поддержке программы «Наша планета, наше здоровье» научного фонда Wellcome Trust (номер гранта 103908). Финансирующая сторона не принимала никакого участия в составлении плана исследования или в сборе, анализе и интерпретации данных. Автор, отвечающий за переписку, имел полный доступ ко всем данным и нес ответственность за принятие решения относительно представления к публикации.

Конфликт интересов: не заявлен.

Ограничение ответственности: авторы несут самостоятельную ответственность за мнения, выраженные в данной публикации, которые необязательно представляют решения или политику Всемирной организации здравоохранения.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. United Nations. 2014 Revision of World Urbanization Prospects. New York, NY, USA: UN Population Division, Department of Economic and Social Affairs; 2014 (<https://esa.un.org/unpd/wup/>, по состоянию на декабрь 2016 г.).
2. Rydin Y, Bleahu A, Davies M, Davila JD, Friel S, De Grandis G, et al. Shaping cities for health. *Lancet*. 2012;379(9831):2079-108.
3. Kleinert S, Horton R. Urban design: an important future force for health and wellbeing. *Lancet*. 2016;388(10062):2848-50.
4. Whitmee S, Haines A, Beyrer C, Boltz F, Capon AG, de Souza Dias BF, et al. Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of The Rockefeller Foundation-Lancet Commission on planetary health. *Lancet*. 2015;386(10007):1973-2028.

5. World Health Organization. Urban health. Geneva, Switzerland: WHO; 2010 (<http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/urban-health/urban-health>, по состоянию на декабрь 2016 г.).
6. Milner J, Davies M, Wilkinson P. Urban energy, carbon management (low carbon cities) and co-benefits for human health. *Curr Opin Environ Sustain*. 2012;4(4):398-404.
7. de Nazelle A, Nieuwenhuijsen MJ, Anto JM, Brauer M, Briggs D, Braun-Fahrlander C, et al. Improving health through through policies that promote active travel: a review of evidence to support integrated health impact assessment. *Environ Int*. 2011;37(4):766-77.
8. Haines A, McMichael AJ, Smith KR, Roberts I, Woodcock J, Markandya A, et al. Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: overview and implications for policy makers. *Lancet*. 2009;374(9707):2104-14.
9. Организация Объединенных Наций. Цели в области устойчивого развития. Нью-Йорк: Организация Объединенных Наций; 2016 г. (<http://www.un.org/sustainabledevelopment/>, по состоянию на 10 мая 2017 г.).
10. Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата. Парижское соглашение. Нью-Йорк, США: РКИК ООН; 2016 г. (https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_russian_.pdf), по состоянию на 10 мая 2017 г.).
11. United Nations. The New Urban Agenda. UN Habitat III; 2016 (<https://habitat3.org/the-new-urban-agenda/>, по состоянию на ноябрь 2016 г.).
12. GeoNames. The GeoNames Geographical Database. 2015 (<http://www.geonames.org/>, по состоянию на март 2017 г.).
13. World Bank. GNI Per Capita. 2015 (<http://data.worldbank.org/indicator/NY.GNP.PCAP.PP.CD>, по состоянию на март 2017 г.).
14. Bailey RG. Ecoregions: The Ecosystem Geography of the Oceans and Continents. New York, NY, USA: Springer-Verlag; 1998.
15. van Vuuren DP, Edmonds J, Kainuma M, Riahi K, Thomson A, Hibbard K, et al. The representative concentration pathways: an overview. *Clim Change*. 2011;109(1):5.
16. Meinshausen M, Smith SJ, Calvin K, Daniel JS, Kainuma MLT, Lamarque J-F, et al. The RCP greenhouse gas concentrations and their extensions from 1765 to 2300. *Clim Change*. 2011;109(1):213.
17. International Institute for Applied Systems Research. RCP Database (version 2.0). Vienna, Austria: IIASA; 2009 (<http://tntcat.iiasa.ac.at:8787/RcpDb/dsd?Action=htmlpage&page=welcome>, по состоянию на сентябрь 2016 г.).
18. Riahi K, Gruebler A, Nakicenovic N. Scenarios of long-term socioeconomic and environmental development under climate stabilization. *Technol Forecast Soc Change*. 2007;74(7):887-935.
19. Taylor K, Stouffer R, Meehl G. An overview of CMIP5 and the experiment design. *Bull Amer Meteor Soc*. 2012;93:485-98.
20. World Health Organization. WHO Global Urban Ambient Air Pollution Database (update 2016). Geneva, Switzerland: WHO; 2016 (http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/en/, по состоянию на ноябрь 2016 г.).
21. United Nations Environment Programme/United Nations Office for Disaster Risk Reduction. Global Risk Data Platform. Geneva, Switzerland: UNEP/UNISDR; 2013 (<http://preview.grid.unep.ch>, по состоянию на март 2017 г.).
22. Hijmans R, Garcia N, Weiszorek J. GADM: Database of Global Administrative Areas. 2010 (<http://gadm.org/>, по состоянию на март 2017 г.).
23. The American Association for the Advancement of Science. OpenStreetMap (<http://openstreetmap.org>, по состоянию на декабрь 2016 г.).
24. Kjellstrom T, Briggs D, Freyberg C, Lemke B, Otto M, Hyatt O. Heat, human performance, and occupational health: a key issue for the assessment of global climate change impacts. *Annu Rev Public Health*. 2016;37:97-112.
25. World Health Organization. WHO air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005. Summary of risk assessment. Geneva, Switzerland: WHO; 2006.
26. Gasparrini A, Guo Y, Hashizume M, Lavigne E, Zanobetti A, Schwartz J, et al. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study. *Lancet*. 2015;386(9991):369-75.
27. International Energy Agency. World Energy Outlook 2016. Paris, France: IEA; 2016.

Case study

A PARTICIPATORY PROJECT IN ENVIRONMENTAL EPIDEMIOLOGY: LESSONS FROM THE MANFREDONIA CASE STUDY (ITALY 2015-2016)

Bruna De Marchi^{1,2}, Annibale Biggeri^{2,3}, Marco Cervino⁴, Cristina Mangia⁵, Giulia Malavasi², Emilio Antonio Luca Gianicolo^{6,7}, Maria Angela Vigotti⁸

¹ Centre for the Study of the Sciences and the Humanities (SVT), University of Bergen, Norway

² Epidemiologia e Prevenzione "Giulio A. Maccacaro" Social Enterprise, Italy

³ Department of Statistics, Computer Science, Applications (DiSIA) "G. Parenti", University of Florence, Italy

⁴ Institute of Atmospheric Sciences and Climate, National Research Council, Bologna, Italy

⁵ Institute of Atmospheric Sciences and Climate, National Research Council, Lecce, Italy

⁶ Institute of Clinical Physiology, National Research Council, Lecce, Italy

⁷ Institute of Medical Biometrics, Epidemiology and Informatics (IMBEI), University of Mainz, Germany

⁸ (formerly) Department of Biology University of Pisa, Italy and Institute of Clinical Physiology, National Research Council, Pisa, Italy

Corresponding author: Emilio Gianicolo (email: emilio.gianicolo@uni-mainz.de)

ABSTRACT

Introduction: This paper reports the experience of a participatory project in environmental epidemiology, formally initiated in 2015 and still underway, in Manfredonia, southern Italy. We provide some background information and justification for our choice of a participatory model of investigation, and summarize the antecedents to our involvement, from the siting of a petrochemical plant in the area in 1971

to a series of events which triggered public discontent, concern and unrest.

Methods: We proceed by providing a description and discussion of the various steps of our study, focusing mainly on the dynamics of public engagement.

Results: The initial disappointment and mistrust of concerned citizens have been reduced. The consequent dialogue led to

a shared research protocol. Each step of the research has been made public and accessible.

Conclusion: We conclude with some remarks on our experience and the lessons we are drawing from it, including the challenges for its possible replication. The participatory project contributed to promoting public engagement and restoring some trust in scientific research.

Keywords: EPIDEMIOLOGY, SOCIOLOGY, COMMUNITY PARTICIPATION, EPIDEMIOLOGIC RESEARCH DESIGN

INTRODUCTION

Over the last few decades, public participation has been increasingly invoked and praised in thousands of European Union (EU) documents, declarations, programs and plans. In addition, its inclusion is mandatory in areas such as environmental planning and industrial risk assessment. Recently, the idea is penetrating fields, namely science and technological development, which were previously considered the

domain of experts alone. The Rome Declaration (1), while appealing to the principles on which the EU is founded, advocates the collaboration and reciprocal responsibility of virtually any potential stakeholder in, among others, the definition of research agendas and the conduct of research, and the access and application of its results.

The reasons behind this progressive appeal to participation and engagement are many and cannot be explored in this paper. Suffice it to say here that the

impulses for more inclusiveness are both top-down and bottom-up. As different as analyses and proposed solutions may be, the recognition is shared, in many quarters, that there is a crisis in the relationship between science and society and that this needs to be urgently addressed. This is particularly evident when risk and environment are involved, whereby “facts are uncertain, values in dispute, stakes high, and decision urgent” (2).

It remains to be seen whether the above trend is actually translated into meaningful action or is simply a rhetorical framing to continue with business as usual. As early as 1969, Sherry Arnstein published an article that became very influential in many areas of research. She writes: “There is a critical difference between going through the empty ritual of participation and having the real power needed to affect the outcome of the process.” (3). She further warns against the risks of participation becoming just an empty label to cover different forms of manipulation. Similarly, some two and a half decades later, Fischhoff discussed the different ways of conceiving and treating the so-called public in risk communication activities, from exclusion to partnership (4).

Reports of experiences all over the world are by now countless, including very critical ones, such as the collection of essays by Cooke and Kothari, dealing mainly with development plans promoted by national and international organizations in post-colonial countries (5).

In research on health matters, there are many experiences in which patients, or their relatives and care providers (6), explore new pathways of medical research rooted in current information and communication technologies (7). A groundbreaking experience reported by Epstein (8) is the unconventional alliance between medical experts and so-called AIDS treatment activists in the USA in the 1990s. Together they redefined the design, data collection and interpretation of the clinical trials used to test the safety and efficacy of AIDS drugs.

To our knowledge, participatory studies are rare in the field of environmental epidemiology, at least if they are conceived – as we do in this article – to mean the full inclusion of so-called lay people in all of the research steps including: framing the issues under study; defining the objectives; designing the protocol;

selecting the methods of investigation; analysing; and reporting on results (9, 10).

Our aim in this paper is to describe a participatory approach to an epidemiological investigation. We adopted such an approach when we were requested to conduct an epidemiological investigation in Manfredonia – listed by the Italian Ministry of Environment as an area with high environmental risk (11). The reason for this choice was that Manfredonia, together with Flixborough, UK, and Seveso, Italy, was one of the cases that prompted the creation of the European regulation on major accident hazards. Epidemiological evidence of the consequences of toxic releases is still incomplete and residents continue to feel deceived and betrayed.

CONTEXT

Manfredonia is a coastal municipality of 57 331 residents in the Province of Foggia, Apulia Region, in southern Italy. Its traditional economy was based on fishing and agriculture until the late 1960s, when the Italian Government decided to site the Enichem petrochemical plant just outside the municipality's borders. The Enichem plant commenced operations in 1971, producing fertilizers and caprolactam, and employed some 1500 people, with 600 others working for sub-contracting firms.

On 26 September 1976, a scrubbing tower for the synthesis of ammonia exploded, releasing at least 12 tons of arsenic compounds into the atmosphere (12). The content of the release was revealed only in the days following the explosion, and the seriousness of the accident was downplayed. Over the next few years, several other accidents occurred, and some seriously alarmed the local population, such as the ammonia leak in 1978 which caused a mass evacuation from the city, or the fire in a caprolactam warehouse in 1984 (13).

Protests by citizens and environmentalists began in the 1980s and peaked in 1988 when the entire city rebelled against the decision of the Italian Government to divert the Deep Sea Carrier, a ship with toxic cargo originally and illegally destined for Nigeria, to Manfredonia (13). In the same year, the local Bianca Lancia Women Association applied to the European Court of Human Rights in Strasbourg complaining

about the Italian Government's inaction to assure the right to be informed about the risks derived by the factory accident. The judgment, pronounced ten years later, recognized the violation of Article 8 of the Convention on Human Rights by stating that: "... applicants had waited [...] for essential information that would have enabled them to assess risks they and their families might run if they continued to live at Manfredonia, a town particularly exposed to danger in event of an accident at factory." (14)

Mobilization and civic struggles continued for two years. The factory terminated the production of caprolactam in 1988 and ceased all operations in 1994. In addition, awareness regarding occupational risks was raised when a so-called barefoot epidemiological study – that is based on observations and data collected on the ground, not following pre-defined protocols – claimed a cluster of lung cancer cases. Evidence had been collected between 1995 and 1997 by Nicola Lovecchio, a former worker at Enichem diagnosed with lung cancer at the age of 45, and oncologist Maurizio Portaluri (15). The Court of Foggia initiated a case in 2002 against ten former managers of Enichem and two medical consultants which ended in 2007 with a non-guilty verdict. The judge ruled that a causal link between the occupational exposures and the claimed diseases had not been proved. The verdict was confirmed in appeals in 2011.

It is worth noticing that unsatisfactory results were not restricted to studies on exposed workers. Additionally, the epidemiological studies of the resident population produced equivocal and uncertain evidence (16): most of the uncertainty depended on the shortness of the observing period after the accident of 1976 compared with the latency of the onset of the oncological health effects. Including the Manfredonia area among those at high environmental risk (as noted above), and claiming an absence of evidence without properly appraising the related uncertainty, contributed to creating feelings of outrage and distrust among the local population.

APPROACH

In October 2013, the Mayor of Manfredonia, Angelo Riccardi – following up on advice from the oncologist, Maurizio Portaluri – contacted Maria Angela Vigotti, an epidemiologist, to request that a study be conducted on the health of the resident population, in order to

respond to local concerns linked to past Enichem activities. Ms Vigotti recommended the involvement of other researchers from different backgrounds, including medical statistics, environmental physics, sociology, and history. She also insisted on a vast communication plan for targeting a variety of stakeholders who would have a say in all phases of the study. Her suggestions were accepted and a contract was signed in January 2015 between the National Research Council (CNR), the Manfredonia Municipality and the Local Health Unit (LHU).

The study aimed to assess the health status of the local population and the potential effects of pollution from the petrochemical plant in the period 1971–1994, with special regard to the 1976 accident. Table 1 reports the main phases of the study, with outcomes and comments.

Phases 1 and 2 (see Table 1) document the preliminary agreements on the composition of a mixed Research Group (RG) and the overall participatory approach of the study.

Phase 3 was especially crucial, as it included a public statement by us, the authors of this paper, and members of the Research Group, about our role in the study. We claimed that we did not position ourselves as external, value-free observers, with no stakes in the issue. Rather, we conceived of ourselves as belonging to an epistemic community – “a network of professionals with recognized expertise and competence in a particular domain and an authoritative claim to policy-relevant knowledge within that domain or issue-area” (17). Coming from different disciplines and backgrounds, we share a set of normative and principled beliefs, including that research must contribute to human welfare and social justice. In this perspective, we maintain that the quality assurance of our scientific inputs to the policy process requires the participation of an "extended peer community", consisting of all those with a stake in the issues under scrutiny (2).

In other words, if the policy purpose is to safeguard the health and well-being of the citizens of Manfredonia, we believe and demand that those very citizens have a say on how to devise the most appropriate and effective problem-solving strategies for amending past blunders and wrongs and preventing their repetition. While reopening a 40-year-old case, we were and are looking at the future: and neither the past nor the

future can be constructed without the testimony and the contribution of those affected.

The subsequent phases followed without us devising any specific methods or techniques to involve the population. We simply opened up the process by getting involved in as many events as possible, where we openly stated the convictions illustrated above and presented the activities planned under the study contract, inviting public discussions.

The study phases were documented in the official journal of the Italian Epidemiological Association (www.epiprev.it) and reported in a dedicated website (www.ambientesalutemanfredonia.it). The latter also contains all other documents of relevance, including financial ones.

DISCUSSION

At first, the idea of this new research met with widespread skepticism among the population, or rather the concerned citizens – those interested in the protection of health and the environment. Due to previous disappointments, the local trust in institutions – administrative, political, scientific, and legal – had been considerably reduced. However, after a series of encounters, the new initiative sponsored by the municipality gained credit thanks to – we maintain – both our public declarations of non-neutrality and the informal endorsement of some respected local witnesses, most notably the already cited oncologist, Maurizio Portaluri.

Among the citizens that showed interest and support for the initiative were many who had been involved in the previously mentioned protests and mobilization against the Deep Sea Carrier and the Enichem petrochemical plant, and who had never discontinued their commitment in defense of health and the environment.

A Citizen Committee (CC) called *Coordinamento* was created, open to all and without any formal structure. Its double purpose was to maintain a continuous dialogue with the Research Group and local authorities on the one hand, and involve as many residents as possible in research and policy activities on the other.

After the inception, there was a constant dialogue – both face-to-face and at a distance – between the Research Group and Citizen Committee via e-mail, telephone conferences and other means. Meetings in person were organized whenever the researchers travelled to Manfredonia, either in public events – usually with local authorities – or in open meetings held in the headquarters of the Citizen Committee made available by the Local Health Unit.

The format of the Citizen Committee had both advantages and disadvantages. On the one hand, any interested person could join at any time, bringing new information and ideas and, most importantly, helping to expand the network of interested individuals, groups and associations via personal and professional contacts. Of course, not all attempts of inclusion were successful and some individuals and groups refused to participate in the workings of the Citizen Committee, or left after an initial involvement, at different times and for various reasons.

On the other hand, the lack of structure created some representation problems, as the more active associates developed a closer relationship with the Research Group – or some of its members – through more frequent contacts, including informal ones. This was at times interpreted by others as a privileged relation or even a lack of transparency. In general, conflicts and confrontations were far from rare within the *Coordinamento*, as is inevitable – and possibly vital – in any group. Dissimilar political preferences and alliances reverberated inside the Citizen Committee, such as for the assessment of local politics. There were contrasting views about preferred organizational and strategic choices. Commitment and continuity were unequal – or at least were perceived as such – among participants, and this generated some resentment which was at times openly declared, but more often it was creeping and underground. Last but not least, personality clashes occasionally endangered the possibility of coordinated action.

It is not our purpose here to analyze such dynamics in detail; nor is it possible, as we do not have sufficient direct knowledge of them. We perceived them through formal or informal reports, and only occasionally did we observe them directly. In any event, and despite the unequal and discontinuous engagement and commitment of its affiliates, the *Coordinamento* was able to achieve some important

successes, both in orienting the research process and in promoting related activities. Among the latter were a series of initiatives organized in September 2016 to commemorate the accident of 40 years before and its local impact and consequences. Overall, support for the research endeavor and the Research Group itself never failed. More recently, the Citizen Committee selected two spokespersons – a man and a woman – with the main task of easing communication with the Research Group – although this by no means implies that they are the only ones entitled to speak on behalf of the Citizen Committee.

CONCLUSION

Manfredonia is one of countless examples of a community being exposed to chemical hazards and pollution without adequate awareness and preparedness, and possibly even without an adequate risk assessment (18). It is one of countless instances of a population suffering from the consequences of an accident affecting its health and well-being, including all kinds of material, psychological and social aspects (19). Moreover, it is one of countless cases in which the burden of proof is left with those who have experienced the damage, and where evidence of tort is deemed insufficient in court, thus adding to the wrongs already suffered (20).

And yet, each case is unique, and so is that of Manfredonia. Here, we do not have the space to analyse its peculiarities. Suffice is to say that a key aspect which favored the possibility of implementing a participatory research model was the presence of a number of citizens who, through the decades, never gave up their attempts to be recognized as active subjects in the decision processes regarding the future of their community. They were our primary reference group and our source of encouragement and support. As already mentioned, the local reservoir of trust was almost exhausted when the Research Group was formed, due to multiple previous disappointments. Thus, as a group of researchers, we had to gain people's confidence in the field. We did so by openly stating our position about the non-neutrality of (our) research, and sticking to our conviction that the local population – which had been exposed to accidents and environmental pollution – was fully entitled to speak and act in defense of its past, present and future

interests. As noted earlier, the endorsement by some respected local witnesses was also very important.

As so very often happens with health and environmental conflicts, at the beginning, the population did not seem to be intrigued with the technicalities of the exposure studies. Most residents were already convinced that they had been poisoned by the plant through accidents, normal operations and waste dumping. They were mainly asking for justice and a scientific confirmation of what they already knew.

It should be clear from our presentation that there is no way to account for or measure a participatory experience like this in terms of numbers. Thus, in agreement with Saltelli, we “insist on a ‘license not to quantify’ when the conditions for responsible quantification are not met” (21).

We have been frequently asked – and ask ourselves – whether our practice can serve as a model. Our answer is: Yes, with caution. Also in light of recent epidemiological literature (22), we feel entitled to recommend the adoption of participatory approaches in epidemiological studies. Public engagement can be encouraged via many different methods and techniques according to local circumstances and needs. As we consider our approach seminal – at least in epidemiology – we purposely refrain from providing any detailed assessment or recommendation. Any new experience requires a critical investigation of the situation at hand in order to select the most appropriate course of action. Yet, the overall purpose should remain that of promoting an alliance between local communities and experts in designing and implementing policies addressed to protect public health, safety and well-being.

As we stated earlier, in setting up a participatory process, it is important that the researchers feel part of an epistemic community (17) sharing a set of common normative values across professional disciplines and competencies. Such values include reciprocal respect, humility, and the commitment to accept being part of an extended peer community (2) where available scientific knowledge is evaluated also by non-scientists and considered together with other types of knowledge derived from familiarity with the territory, acquaintance with local lifestyles, personal and professional experiences, and local traditions. Such a commitment is sometimes burdensome and consequently needs to

TABLE 1. PHASES OF THE MANFREDONIA PARTICIPATORY EPIDEMIOLOGICAL STUDY

Phase n° and date	Promoter	Subjects involved	Outcome	Comment *
1. October 2013	Mayor	Principle investigator (PI) Epidemiologist	Preliminary agreement between the Municipality, the National Research Council (CNR) and the Local Health Unit (LHU)	Study conceived as participatory
2. December 2014	PI Epidemiologist	PI with other researchers	Definition of the interdisciplinary Research Group (RG)	Inclusion of other disciplines such as environmental, physics, sociology and history
3. February 2015	Mayor and RG	Population	Presentation of the project and its conceptual premises to stakeholders and residents	Critical appraisal of previous studies, uncertainty evaluation, and declaration of "non-neutrality" of the research
4. May–June 2015	Population and RG		Definition of the epidemiological questions	Open debate on the study design as outlined in the agreement
5. September 2015	Mayor, Population, and RG		Design of various scenarios with respective health policy implications	Anticipation of possible study results and their policy implications
6. December 2015	Population and RG		External peer review of the study protocol	Reviewers selected by all stakeholders
7. February–June 2016	Population and RG		Implementation of the study and preliminary results	RG members discuss with the population all aspects of the ongoing study, including technical ones
8. September–December 2016	Population and RG		Public discussion of results and related uncertainties	Critical appraisal of the difficulties encountered and the limitations of the study
9. Ongoing	Mayor, Population, and RG		Implications and future challenges	To be discussed in multiple forums

* In the "Comment" column we highlight some key activities in the involvement of the population.

be constantly checked, renewed and confirmed. This is what we did and are doing, throughout the process, both individually and collectively.

We encouraged, and genuinely considered, local inputs, comments and criticisms to the study design, its conduct and analysis of results. This kind of two-way communication about risks proved effective both in disseminating accurate information and in dispelling feelings of suspicion and outrage.

Finally, and importantly, it contributed to promoting public engagement and restoring some trust in scientific research.

Acknowledgements: The authors wish to acknowledge the contributions of Antonella Bruni and the Manfredonia Citizen Committee (*Coordinamento*). This original article is also part of the PhD of Emilio A. L. Gianicolo at the University of Mainz, Institute for Medical Biostatistics, Epidemiology and Informatics.

Sources of funding: This project was founded by the Municipality of Manfredonia and co-founded by the

Italian National Research Council. Annibale Biggeri was partially sponsored by the Italian Ministry of University and Scientific Research.

Conflicts of interest: None declared.

Disclaimer: The authors alone are responsible for the views expressed in this publication and they do not necessarily represent the decisions or policies of the World Health Organization.

REFERENCES

- Rome Declaration on Responsible Research and Innovation in Europe. *Science, Innovation and Society: achieving Responsible Research and Innovation*; 2014; (https://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/rome_declaration_RRI_final_21_November.pdf, accessed 15 May 2017).
- Funtowicz S, Ravetz JR. Science for the post-normal age. *Futures*. 1993;31(7):735-55.
- Arnstein SR. A ladder of citizen participation. *Journal of the American Institute of Planners*. 1969;35(4):216-24. 10.1080/01944366908977225.
- Fischhoff B. Risk perception and communication unplugged: Twenty years of process. *Risk Analysis*. 1995;15(2):137-45. 10.1111/j.1539-6924.1995.tb00308.x.
- Cooke B, Kothari U, editors. *Participation: The new tyranny?* New York: Zed Books; 2002.
- Riggare S. Patient activist. Nuffield trust: Evidence for better health care. 2016. (<http://www.nuffieldtrust.org.uk/about/our-people/sara-riggare>, accessed 19 December 2016).
- Wicks P. Subjects no more: what happens when trial participants realize they hold the power? *BMJ*. 2016. (<http://www.bmj.com/content/348/bmj.g368>, accessed 19 December 2016).
- Epstein S. The construction of lay expertise: AIDS activism and the forging of credibility in the reform of clinical trials. *Sci Technol Human Values*. 1995;20(4):408-37.
- Simpson BW, Truant P, Resnick BA. Stop and listen to the people: an enhanced approach to cancer cluster investigations. *Am J Public Health*. 2014;104(7):1204-8. 10.2105/AJPH.2013.301836.
- Lichtveld M, Goldstein B, Grattan L, Mundorf C. Then and now: lessons learnt from community-academic partnerships in environmental health research. *Environ Health*. 2016;15(1):117. 10.1186/s12940-016-0201-5.
- Parlamento Italiano, Nuovi interventi in campo ambientale 426. *Gazzetta ufficiale numero 291 del 14 dicembre 1998*. 1998 [in Italian].
- Liberti L, Polemio M. Arsenic accidental soil contamination near Manfredonia. A case history. *Journal of Environmental Science and Health Part A: Environmental Science and Engineering*. 1981;16(3):297-314. 10.1080/10934528109374983.
- Malavasi G. Manfredonia. Catastrofe continuata, cittadinanza ritrovata e colpevole rimozione. *Epidemiol Prev*. 2016;40(6):389-94 [in Italian].
- European Court of Human Rights, Guerra and Others versus Italy. Case number 116/1996/735/932 Council of Europe. 1998.
- Langiu A, Portaluri M, editors. *Di fabbrica si muore*. San Cesario (Lecce): Manni Editore; 2008 [in Italian].
- Mitis F, Martuzzi M, Biggeri A, Bertollini R, Terracini B. Industrial activities in sites at high environmental risk and their impact on the health of the population. *Int J Occup Environ Health*. 2005;11(1):88-95.
- Haas PM. Introduction: Epistemic Communities and International Policy Coordination. *International Organization*. 1992;46(1):1-35.
- Fjelland R. When laypeople are right and experts are wrong: Lessons from love canal. *International Journal for Philosophy of Chemistry*. 2016;22:105-25.
- Consonni D, Pesatori AC, Zocchetti C, Sindaco R, D'Oro LC, Rubagotti M, et al. Mortality in a population exposed to dioxin after the Seveso, Italy, accident in 1976: 25 years of follow-up. *Am J Epidemiol*. 2008;167(7):847-58. 10.1093/aje/kwm371.
- Cranor CF, editor. *Toxic tort: Science, law, and the possibility of justice*. Cambridge: Cambridge University Press; 2006.
- Saltelli A. Young statistician, you shall live in adventurous times. *Royal Statistical Society*. 2016;12(6):38-41. 10.1111/j.1740-9713.2016.00983.x.
- Buyx A, Del Savio L, Prainsack B, Volzke H. Every participant is a PI. Citizen science and participatory governance in population studies. *Int J Epidemiol*. 2017. 10.1093/ije/dyw204.

Пример из практики

ПАРТИСИПАТОРНЫЙ ПРОЕКТ В ОБЛАСТИ ЭПИДЕМИОЛОГИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ: УРОКИ, ИЗВЛЕЧЕННЫЕ В РАМКАХ ИССЛЕДОВАНИЯ СИТУАЦИИ В МАНФРЕДОНИИ (ИТАЛИЯ, 2015 - 2016 гг.)

Bruna De Marchi^{1,2}, Annibale Biggeri^{2,3}, Marco Cervino⁴, Cristina Mangia⁵, Giulia Malavasi², Emilio Antonio Luca Gianicolo^{6,7}, Maria Angela Vigotti⁸

¹ Центр гуманитарных и научных исследований (SVT), Университет Бергена, Норвегия

² Epidemiologia e Prevenzione "Giulio A. Maccacaro", Социальный проект, Италия

³ Департамент статистики, компьютерной науки и приложений (DiSIA) "G. Parenti", Университет Флоренции, Италия

⁴ Институт атмосферных наук и климата, Национальный исследовательский совет, Болонья, Италия

⁵ Институт атмосферных наук и климата, Национальный исследовательский совет, Лечче, Италия

⁶ Институт клинической физиологии, Национальный исследовательский совет, Лечче, Италия

⁷ Институт медицинской биометрики, эпидемиологии и информатики (IMBEL), Университет Майнца, Германия

⁸ (бывш.) Факультет биологии, Университет Пизы, Италия, и Институт клинической физиологии, Национальный исследовательский совет, Пиза, Италия

Автор, отвечающий за переписку: Emilio Gianicolo (адрес электронной почты: emilio.gianicolo@uni-mainz.de)

АННОТАЦИЯ

Введение: В данной работе исследован опыт партисипаторного проекта по эпидемиологии окружающей среды, официально запущенного в 2015 г. и продолжающегося по настоящий момент в Манфредонии (Италия). В начале работы представлена исходная информация и дано обоснование выбора партисипаторной модели исследования, а также кратко изложены основные обстоятельства, предшествовавшие нашему участию в данном проекте, – от открытия в 1971 г. нефтехимического предприятия

в этом районе до ряда событий, которые привели к волне общественного недовольства, беспокойности и беспорядков.

Методология: Затем следует описание и обсуждение различных этапов исследования с основным упором на динамику общественного участия в проекте.

Результаты: Снижен градус первоначального разочарования и недоверия среди населения. Результатом дальнейшего диалога стала совместная разработка протокола

исследования. Информация о каждом этапе исследования публиковалась в открытом доступе.

Заключение: В конце работы обобщен опыт нашего участия в проекте и перечислены извлеченные нами уроки, включая потенциальные трудности при возможном повторении проекта. Партисипаторный проект внес вклад в расширение участия общественности и способствовал восстановлению определенного доверия к научным исследованиям.

Ключевые слова: ЭПИДЕМИОЛОГИЯ, СОЦИОЛОГИЯ, УЧАСТИЕ ОБЩЕСТВЕННОСТИ, СХЕМА ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

ВВЕДЕНИЕ

В последние несколько десятилетий во множестве документов, деклараций, программ и планов Европейского союза (ЕС) все чаще присутствуют активный призыв и поддержка общественного участия. Более того, подобная практика рассматривается

как обязательная в таких сферах, как экологическое планирование и оценка промышленных рисков.

В последнее время идея необходимости общественного участия проникает и в такие области, как наука и технологическое развитие, которые раньше считались исключительно уделом специалистов. Опираясь на фундаментальные принципы ЕС,

Римская декларация (1) продвигает идеи сотрудничества и взаимной ответственности практически любых заинтересованных сторон, в том числе при определении повестки дня в области исследований, а также при их проведении и применении их результатов.

Существует множество причин такой активизации призывов к широкому участию и вовлечению общественности, однако исследование этих причин не является целью данной работы. Достаточно лишь отметить, что импульсы для более широкого участия общества исходят как сверху, так и снизу. При всем многообразии аналитического материала и предлагаемых решений широким признанием пользуется утверждение о том, что в отношениях между наукой и обществом образовался определенный кризис, который следует срочно преодолеть. Этот кризис особенно очевиден, когда речь идет о факторах риска и окружающей среде, где «факты туманны, ценности спорны, ставки высоки, а принятие решений не терпит отлагательства» (2).

Остается понять, переходит ли данная тенденция в область практических действий или является лишь риторическим обрамлением для привычного ведения дел. Еще в 1969 г. Sherry Arnstein опубликовала статью, которая впоследствии оказала очень большое влияние на многие области исследований. Она писала: «Есть существенная разница между прохождением пустой формальной процедуры участия в процессе и настоящей силой, способной повлиять на его исход» (3). По ее словам, существует риск того, что широкое участие может превратиться в ничего не значащий ярлык, являющийся прикрытием различного рода манипуляций. Спустя четверть века аналогичным образом Fischhoff рассуждал о различных формах восприятия так называемой общественности и отношения к ней в рамках деятельности по коммуникации риска – от полного исключения до партнерства (4).

Международная практика уже отражена в большом количестве отчетов, в том числе и очень критических, среди которых, например, сборник эссе Cooke and Kothari, посвященных в основном планам развития, которые осуществляются при поддержке государственных и международных организаций в постколониальных странах (5).

В исследованиях по вопросам здравоохранения представлено множество примеров, когда пациенты, ухаживающие за ними лица или родственники (6) осваивают новые парадигмы медицинских исследований, обусловленные современными информационно-коммуникационными технологиями (7). Настоящим прорывом стал сформировавшийся в 1990-х гг. в США неформальный альянс медиков и так называемых активистов лечения СПИДа, о результатах работы которого писал Epstein (8). Совместными усилиями альянс полностью переделал схему клинических исследований по безопасности и эффективности лекарственных препаратов для лечения СПИДа, а также систему сбора данных и интерпретации результатов.

Насколько нам известно, партисипаторные исследования в области эпидемиологии окружающей среды – явление редкое. По крайней мере в той форме, в которой понимают его авторы данной статьи: полное включение «дилетантов» во все этапы исследования, а том числе в определение его предмета и целей, разработку протокола, выбор методов исследования, проведение анализа и подготовку отчета о результатах (9, 10).

Цель данной работы – описать применение партисипаторного подхода в эпидемиологическом исследовании. Решение использовать именно этот подход было принято после того, как нам было предложено провести эпидемиологическое исследование в Манфредонии, занесенной Министерством окружающей среды Италии в список регионов с высоким риском для окружающей среды (11). Этот выбор был обусловлен тем, что ситуация в Манфредонии, наряду с ситуациями в Фликсборо (Великобритания) и Севесо (Италия), является одним из примеров, который привел к разработке Европейского законодательства в отношении рисков возникновения крупномасштабных аварий. Работа по сбору эпидемиологических данных, касающихся последствий токсичных выбросов, все еще не завершена, а местные жители продолжают чувствовать себя обманутыми и преданными.

КОНТЕКСТ

Манфредония – прибрежный муниципальный округ с населением около 57 тыс. чел. расположен на юге Италии в провинции Фоджа, регион Апу-

лия. Традиционно экономика на этой территории базировалась на рыболовном промысле и сельском хозяйстве. Так происходило до конца 1960-х гг., когда Правительство Италии приняло решение о сооружении в непосредственной близости от границ округа нефтехимического завода Enichem. На открывшемся в 1971 г. предприятии было налажено производство удобрений и капролактама. Численность его сотрудников достигала примерно 1500 чел.; еще около 600 сотрудников работали на фирмах субподрядчиков.

26 сентября 1976 г. на башенном скруббере для синтеза аммиака произошел взрыв, в результате которого в атмосферу было выброшено как минимум 12 тонн соединений мышьяка (12). О составе выбросов было сообщено лишь спустя несколько дней после аварии, а серьезность ситуации всячески преуменьшалась. В последующие несколько лет произошел еще ряд аварий, некоторые из которых вызвали серьезную обеспокоенность у местного населения, например, утечка аммиака в 1978 г., ставшая причиной массовой эвакуации населения города, и пожар на складе капролактама в 1984 г. (13).

В 1980-х гг. начались протесты граждан и активистов-экологов. Пик протестов пришелся на 1988 г., когда весь город восстал против решения Правительства Италии направить в Манфредонию грузовой корабль *Deep Sea Carrier* с токсичными веществами (изначально он направлялся нелегально в Нигерию) (13). В том же году местная женская ассоциация *Bianca Lancià* направила в Европейский суд по правам человека в Страсбурге иск к Правительству Италии за бездействие в обеспечении права граждан на информацию о рисках, возникших в результате аварии на заводе. В решении, вынесенном 10 лет спустя, признается нарушение Статьи 8 Конвенции по правам человека. В нем, в частности, говорится: «... истцы ожидали получить [...] информацию по существу, которая позволила бы им оценить риски дальнейшего проживания их самих и их семей в Манфредонии, городе, подверженном особой опасности в случае аварии на предприятии» (14).

Мобилизация и борьба гражданских активистов продолжались в течение двух лет. В 1988 г. завод остановил производство капролактама и в 1994 г. полностью прекратил свою работу. Кроме того, было привлечено внимание к производственным рискам,

когда в результате так называемого «босоногого» (*barefoot*) эпидемиологического исследования (исследование, которое не следует заранее установленным протоколам, а основано на наблюдениях и данных, полученных «на земле») был выявлен кластер больных раком легких. Доказательства и фактические данные собирались с 1995 по 1997 г. Nicola Lovescchio, бывшим сотрудником Enichem (в возрасте 45-и лет у него диагностировали рак легких) и онкологом Maurizio Portaluri (15). В 2000 г. по решению суда провинции Фоджа было возбуждено дело против десяти бывших менеджеров завода и двух медицинских консультантов. Завершилось оно вердиктом о невиновности, вынесенном в 2007 г. Судья постановил, что причинно-следственная связь между профессиональными рисками и вышеозначенными заболеваниями не была доказана. В 2011 г. вердикт был подтвержден апелляционными инстанциями.

Необходимо отметить, что к неудовлетворительным результатам привели не только исследования состояния здоровья рабочих, подвергавшихся рискам. Данные, полученные в результате эпидемиологических исследований местного населения, также были сомнительными и недостоверными (16): отсутствие достоверности было во многом обусловлено слишком коротким периодом наблюдения после аварии 1976 г. по сравнению с латентным периодом развития онкологических заболеваний. Включение Манфредонии в список территорий, подверженных высокому экологическому риску (см. выше), с одной стороны, и в то же время утверждение об отсутствии доказательств без должной оценки и прояснения соответствующих сомнительных факторов – с другой, способствовали возмущению и недоверию среди местного населения.

ПОДХОД

В октябре 2013 г. мэр Манфредонии Angelo Riccardi, прислушавшись к совету онколога Maurizio Portaluri, обратился к эпидемиологу Maria Angela Vigotti с предложением провести исследование показателей здоровья местных жителей в ответ на их опасения, связанные с работой завода Enichem в прошлом. Г-жа Vigotti рекомендовала включить в Исследовательскую группу различных специалистов, например, экспертов по медицинской статисти-

стике, специалистов по физике окружающей среды, экологической социологии и экологической истории. Она также настояла на разработке масштабного коммуникационного плана, нацеленного на взаимодействие с широким кругом заинтересованных сторон, которые будут принимать участие и оказывать влияние на всех этапах исследования. Ее доводы были приняты, и в 2015 г. был подписан контракт между Национальным исследовательским советом (CNR), муниципалитетом Манфредонии и местным отделом здравоохранения (LNU).

Целью исследования являлась оценка состояния здоровья местного населения и возможных последствий загрязнения окружающей среды в результате работы нефтехимического завода в период 1971–1994 гг., в особенности после аварии 1976 г. Основные этапы исследования наряду с результатами и комментариями представлены в таблице 1.

Предварительные соглашения о составе смешанной Исследовательской группы и о партисипаторном характере исследования представлены в рамках 1-го и 2-го этапов (см. табл. 1).

Особенно важным представляется 3-й этап, поскольку он включал официальное заявление авторов данной работы и членов Исследовательской группы о нашей роли в исследовании. Мы, в частности, заявили, что не рассматриваем себя в качестве сторонних и беспристрастных наблюдателей, не имеющих заинтересованности в данном вопросе. Мы скорее расцениваем себя как часть эпистемического сообщества – «сети профессионалов с признанной репутацией и компетенцией в конкретной области, авторитетно заявляющих о наличии у них значимых для формирования политики знаний в данной области или сфере» (17). Являясь специалистами в различных областях и обладая подготовкой в различных дисциплинах, мы твердо и бескомпромиссно разделяем ряд принципов, включая суждение о том, что исследование призвано способствовать благополучию людей и обеспечению социальной справедливости. В связи с вышесказанным мы утверждаем, что для обеспечения качества нашего научного вклада в процесс формирования политики процесс нуждается в участии «расширенного состава партнеров», в который необходимо включить всех заинтересованных в исследуемом вопросе лиц (2).

Другими словами, мы уверены в том, что если целью мер политики является обеспечение здоровья и благополучия жителей Манфредонии, у них должна быть возможность высказать свое мнение и повлиять на то, каким образом будут разрабатываться наиболее подходящие и эффективные стратегии для исправления грубых ошибок и просчетов прошлого и их предотвращения в будущем. Обращаясь вновь к делу 40-летней давности, мы смотрим в будущее. Невозможно реконструировать прошлое и построить будущее без участия и свидетельств тех, кого эти события затронули.

На последующих этапах исследования мы не стали определять конкретную методику или технику привлечения населения. Мы просто сделали процесс открытым, участвуя в максимально возможном числе мероприятий, в рамках которых мы открыто заявляли о наших представленных выше убеждениях, знакомили жителей с запланированной в рамках контракта работой и приглашая их к открытой общественной дискуссии.

Этапы исследования были представлены в официальном журнале Ассоциации эпидемиологов Италии (www.epiprev.it), а также на специальном веб-сайте (www.ambientesalutemanfredonia.it). На веб-сайте, помимо прочего, также выложена вся соответствующая документация, в том числе финансовая отчетность.

ОБСУЖДЕНИЕ

Идея нового исследования поначалу была скептически встречена населением или, скорее, обеспокоенными гражданами, то есть теми, кого волнует защита здоровья и окружающей среды. Доверие к административным, политическим, научным и юридическим институтам на местном уровне было во многом подорвано из-за предыдущих разочарований в их работе. Однако после серии встреч новая инициатива под эгидой муниципалитета получила мандат доверия. Мы полагаем, что во многом это произошло благодаря нашим публичным заявлениям об отказе от нейтрального подхода, а также благодаря неофициальной поддержке некоторых свидетелей событий из числа уважаемых горожан, в первую очередь вышеупомянутого онколога Maurizio Portaluri.

Среди горожан, которые проявили интерес и оказали поддержку новому исследованию, было много тех, кто участвовал в вышеупомянутых протестах и мобилизации против грузового корабля Deep Sea Carrier и нефтехимического завода Enichem. Эти граждане не изменили своей приверженности делу защиты здоровья и окружающей среды.

Был сформирован Гражданский комитет (*Coordinamento*). Эта организация была открыта для всех и не имела никакой структуры. Целью комитета было, с одной стороны, поддержание постоянного диалога с Исследовательской группой и местными властями, а с другой – привлечение максимального числа граждан к исследованиям и действиями, связанными с формированием политики.

Регулярный диалог между Исследовательской группой и Гражданским комитетом в очном и дистанционном форматах установился сразу после их организации. Участники использовали электронную почту, телефонные конференции и иные каналы связи. Очные встречи происходили всегда, когда исследователи приезжали в Манфредонию, либо в рамках публичных мероприятий, обычно при участии местных властей, либо на открытых заседаниях в штаб-квартире Гражданского комитета, помещение для которой было предоставлено местным отделом здравоохранения.

У формата Гражданского комитета есть как преимущества, так и недостатки. С одной стороны, к работе в любой момент может подключиться любой желающий, привнося новую информацию и идеи и, что особенно важно, содействуя расширению круга заинтересованных лиц, групп и объединений благодаря личным и профессиональным контактам. Конечно, не все попытки привлечения участников увенчались успехом: некоторые лица и группы отказались сотрудничать с Гражданским комитетом, другие, начав работать в комитете, покидали его в разное время по разным причинам.

С другой стороны, отсутствие структуры привело к некоторым проблемам с представительством, так как более активные участники в силу интенсивного, а зачастую неформального общения сформировали более тесные отношения с Исследовательской группой или некоторыми ее членами. Временами это трактовалось другими участниками Граждан-

ского комитета как более привилегированное положение и даже отсутствие прозрачности. В целом, конфликты и конфронтация в рамках комитета были далеко не редкостью, что неизбежно и, может быть, даже необходимо в любой группе. На обстановку в Гражданском комитете оказывали влияния политические предпочтения и альянсы, например, в оценке местной политики. Участники высказывали противоположные взгляды в отношении предпочтительных организационных и стратегических вариантов. Верность обязательствам и последовательность действий среди участников были или, по крайней мере, воспринимались неравноценными. Это порождало определенное недовольство, которое порой высказывалось открыто, а чаще существовало в скрытой форме. И наконец, важно отметить, что межличностные конфликты иногда ставили под угрозу возможность координации действий.

Мы не собираемся подвергать эту динамику детальному анализу, да это и не представляется возможным, так как мы не обладаем достаточными достоверными сведениями о ситуации. Мы черпали эти сведения из официальных и неофициальных отчетов и лишь периодически являлись свидетелями ситуации лично. В любом случае, несмотря на неравноценную и непостоянную вовлеченность участников Гражданского комитета в работу, ему все же удалось добиться некоторых важных успехов как в определении направления исследований, так и в продвижении связанных с ним инициатив. Так, например, в сентябре 2016 г. был организован ряд памятных мероприятий, посвященных событиям 40-летней давности, их последствиям и воздействию на местное население. В целом, исследование и сама Исследовательская группа всегда пользовались поддержкой. Гражданский комитет недавно избрал двух спикеров – мужчину и женщину, основной задачей которых является содействие коммуникации с Исследовательской группой. Однако это ни в коем случае не означает, что только спикеры будут обладать исключительным правом выступать от имени Гражданского комитета.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

То, что произошло в Манфредонии, – это лишь один из бесчисленных примеров ситуации, когда люди подвергаются опасному воздействию химических веществ и загрязнения окружающей среды при

отсутствию надлежащей осведомленности и готовности, а также при отсутствии необходимой оценки рисков (18). Это один из многочисленных примеров ситуации, когда последствия аварии негативно воздействуют на здоровье и благополучие населения, в том числе на все материальные, психологические и социальные аспекты жизни людей (19). Более того, это один из множества примеров того, когда бремя доказательства возлагается на пострадавших, а доказательства противоправных действий оказываются для суда недостаточными, что еще больше усугубляет страдания потерпевших (20).

И все же каждый случай уникален, и сложившаяся в Манфредонии ситуация не является исключением. Мы не имеем возможности анализировать ее особенности в данной работе. Достаточно лишь отметить, что решающим доводом в пользу использования партисипаторной модели исследования стало присутствие целого ряда граждан, которые в течение десятилетий не оставляли попыток добиться признания себя в качестве активных субъектов в процессах принятия решений, касающихся будущего их сообщества. Именно они стали нашей первой референтной группой, именно они воодушевляли и поддерживали нас. Уже отмечалось, что к моменту формирования Исследовательской группы лимит доверия среди населения был почти исчерпан из-за множества пережитых в прошлом разочарований. Таким образом, нам, группе исследователей, пришлось завоевывать доверие людей на местах. Мы пытались сделать это, открыто заявляя о своей позиции, отказе от нейтральности и об убежденности в том, что местное население, пострадавшее от загрязнения окружающей среды и техногенных аварий, имеет полное право говорить и действовать в защиту своих прошлых, настоящих и будущих интересов. Как отмечалось ранее, важную роль сыграла поддержка со стороны свидетелей событий из числа уважаемых горожан.

Как это часто происходит при конфликтах, связанных со здоровьем и экологией, население не слишком заботили технические детали исследований вредного воздействия. Большинство жителей уже были уверены, что отравлены в результате аварий, повседневной работы завода и сброса отходов. Главным образом, люди искали справедливости и научного подтверждения того, что они уже знали.

Из нашего изложения должно быть понятно, что количественно определить или измерить опыт партисипаторного исследования не представляется возможным. Поэтому в соглашении с Saltelli мы «настаиваем на “праве не проводить количественную оценку” при отсутствии условий, делающих достоверные количественные измерения возможными» (21).

Нас часто спрашивали, и мы сами задавались вопросом: можно ли использовать наш опыт в качестве модели. Наш ответ: «Можно, но с осторожностью». Также в свете последних публикаций по эпидемиологии (22) мы считаем, что имеем право рекомендовать применение партисипаторного подхода в эпидемиологических исследованиях. В зависимости от потребностей и обстоятельств на местах можно использовать различные методы и технологии для стимулирования общественного участия. Поскольку мы расцениваем наш подход как новаторский, по крайней мере в сфере эпидемиологии, мы намеренно воздержимся от детальной оценки и рекомендаций. Любой новый опыт всегда требует критической оценки ситуации, которая позволит выбрать наиболее подходящий план действий. Тем не менее главная задача остается неизменной – стимулирование сотрудничества между местными сообществами и специалистами для формирования и реализации мер политики, направленных на защиту здоровья, безопасности и благополучия общества.

Как уже упоминалось ранее, для организации партисипаторного процесса важно, чтобы исследователи ощущали себя чеством эпистемического сообщества (17), разделяя общие нормативные ценности, независимо от профессиональных дисциплин и областей знаний, к которым они принадлежат. Эти ценности включают взаимное доверие, отсутствие излишней самоуверенности и приверженность работе в «расширенном составе партнеров» (2), где научные знания оцениваются в том числе и не научным сообществом и рассматриваются в совокупности с другими знаниями, которые обусловлены знанием территории, местного образа жизни, местных традиций, а также личным и профессиональным опытом. Порой такая приверженность становится нелегким бременем, и поэтому она нуждается в постоянной проверке, обновлении и подтверждении. Именно этим мы занимались и продолжаем зани-

ТАБЛИЦА 1. ЭТАПЫ ПАРТИСИПАТОРНОГО ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ, ПРОВЕДЕННОГО В МАНФРЕДОНИИ

№ этапа и дата	Инициатор	Субъекты-участники	Результат	Комментарии *
1. октябрь 2013 г.	Мэр	Главный исследователь эпидемиолог	Предварительное соглашение между муниципалитетом, Национальным исследовательским советом (CNR) и местным отделом здравоохранения (LHU)	Идея партисипаторного исследования
2. декабрь 2014 г.	Главный исследователь эпидемиолог	Главный исследователь эпидемиолог с другими исследователями	Определение междисциплинарной Исследовательской группы	Привлечение других дисциплин, например, по физике окружающей среды, экологической социологии и экологической истории
3. февраль 2015 г.	Мэр и Исследовательская группа	Население	Презентация проекта и его концептуальной составляющей заинтересованным сторонам и жителям	Критическая оценка предыдущих исследований, оценка неоднозначных фактов и декларирование «отсутствия нейтралитета» в рамках данного исследования
4. май–июнь 2015 г.	Население и Исследовательская группа		Формулирование эпидемиологических вопросов	Открытое обсуждение структуры исследования, отраженной в контракте
5. сентябрь 2015 г.	Мэр, население и Исследовательская группа		Моделирование различных сценариев с соответствующими изменениями в политике здравоохранения	Прогнозирование возможных результатов исследования и их влияния на политику
6. декабрь 2015 г.	Население и Исследовательская группа		Оценка и рецензирование протокола исследования сторонними специалистами	Рецензенты выбирались всеми заинтересованными сторонами
7. февраль–июнь 2016 г.	Население и Исследовательская группа		Проведение исследования и предварительные результаты	Члены Исследовательской группы обсуждают с населением все аспекты текущего исследования, в том числе и технические
8. сентябрь–декабрь 2016 г.	Население и Исследовательская группа		Общественные обсуждения результатов и соответствующих факторов неопределенности	Критическая оценка трудностей и ограничений в ходе исследования
9. Работа продолжается	Мэр, население и Исследовательская группа		Последствия и трудности в будущем	Подлежит обсуждению на многих площадках

* В колонке «Комментарии» указаны некоторые ключевые мероприятия по привлечению населения.

маться в течение всего процесса как в коллективном, так и в индивидуальном порядке.

Мы стимулировали и серьезно рассматривали вклад местного населения, комментарии, критику в отношении структуры исследования, процесса его проведения и анализа результатов. Подобное двустороннее взаимодействие по вопросам рисков оказалось эффективным и для распространения достоверной информации, и для снижения уровня подозрительности и недовольства.

И наконец, важно отметить, что такое двустороннее взаимодействие стало вкладом в расширение участия общественности и в некоторой степени способствовало восстановлению доверия к научным исследованиям.

Выражение признательности: авторы выражают благодарность Antonella Bruni и Гражданскому комитету Манфредонии (*Coordinamento*). Эта оригинальная статья является частью диссертации Emilio A. L. Gianicolo на соискание степени доктора философии (PhD) в Институте медицинской биологической статистики, эпидемиологии и информатики Университета Майнца.

Источники финансирования: данный проект был финансируван муниципалитетом Манфредонии и софинансирован Национальным советом Италии по исследованиям. Частичное спонсирование Annibale Biggeri осуществило Министерство университетов и научных исследований Италии.

Конфликт интересов: не указан.

Ограничение ответственности: авторы несут самостоятельную ответственность за мнения, выраженные в данной публикации, которые необязательно представляют решения или политику Всемирной организации здравоохранения.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Rome Declaration on Responsible Research and Innovation in Europe. Science, Innovation and Society: achieving Responsible Research and Innovation; 2014; (https://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/rome_declaration_RRI_final_21_November.pdf, по состоянию на 15 мая 2017 г.).
2. Funtowicz S, Ravetz JR. Science for the post-normal age. *Futures*. 1993;31(7):735–55.
3. Arnstein SR. A Ladder Of Citizen Participation. *Journal of the American Institute of Planners*. 1969;35(4):216–24. 10.1080/01944366908977225.
4. Fischhoff B. Risk Perception and Communication Unplugged: Twenty Years of Process. *Risk Analysis*. 1995;15(2):137–45. 10.1111/j.1539-6924.1995.tb00308.x.
5. Cooke B, Kothari U, editors. *Participation: The New Tyranny?* New York: Zed Books; 2002.
6. Riggare S. *Patient Activist*. Nuffield Trust: Evidence for better health care. 2016. (<http://www.nuffieldtrust.org.uk/about/our-people/sara-riggare>, по состоянию на 19 декабря 2016 г.).
7. Wicks P. Subjects no more: what happens when trial participants realize they hold the power? *BMJ*. 2016. (<http://www.bmj.com/content/348/bmj.g368>, по состоянию на 19 декабря 2016 г.).
8. Epstein S. The construction of lay expertise: AIDS activism and the forging of credibility in the reform of clinical trials. *Sci Technol Human Values*. 1995;20(4):408–37.
9. Simpson BW, Truant P, Resnick BA. Stop and listen to the people: an enhanced approach to cancer cluster investigations. *Am J Public Health*. 2014;104(7):1204–8. 10.2105/AJPH.2013.301836.
10. Lichtveld M, Goldstein B, Grattan L, Mundorf C. Then and now: lessons learnt from community- academic partnerships in environmental health research. *Environ Health*. 2016;15(1):117. 10.1186/s12940-016-0201-5.
11. Parlamento Italiano, Nuovi interventi in campo ambientale 426. *Gazzetta ufficiale numero 291 del 14 dicembre 1998*. 1998 (на итальянском языке).
12. Liberti L, Polemio M. Arsenic accidental soil contamination near Manfredonia. A case history. *Journal of Environmental Science and Health Part A: Environmental Science and Engineering*. 1981;16(3):297–314. 10.1080/10934528109374983.

13. Malavasi G. Manfredonia. Catastrofe continuata, cittadinanza ritrovata e colpevole rimozione. *Epidemiol Prev.* 2016;40(6):389–94 (на итальянском языке).
14. European Court of Human Rights, Guerra and Others versus Italy. Case number 116/1996/735/932 Council of Europe. 1998.
15. Langiu A, Portaluri M, editors. *Di fabbrica si muore*. San Cesario (Lecce): Manni Editore; 2008 (на итальянском языке).
16. Mitis F, Martuzzi M, Biggeri A, Bertollini R, Terracini B. Industrial activities in sites at high environmental risk and their impact on the health of the population. *Int J Occup Environ Health.* 2005;11(1):88–95.
17. Haas PM. Introduction: Epistemic Communities and International Policy Coordination. *International Organization.* 1992;46(1):1–35.
18. Fjelland R. When Laypeople are Right and Experts are Wrong: Lessons from Love Canal. *International Journal for Philosophy of Chemistry.* 2016;22:105–25.
19. Consonni D, Pesatori AC, Zocchetti C, Sindaco R, D'Oro LC, Rubagotti M, et al. Mortality in a population exposed to dioxin after the Seveso, Italy, accident in 1976: 25 years of follow-up. *Am J Epidemiol.* 2008;167(7):847–58. 10.1093/aje/kwm371.
20. Cranor CF, editor. *Toxic Tort: Science, Law, and the Possibility of Justice*. Cambridge: Cambridge University Press; 2006.
21. Saltelli A. Young statistician, you shall live in adventurous times. *Royal Statistical Society.* 2016;12(6):38–41. 10.1111/j.1740-9713.2016.00983.x.
22. Buyx A, Del Savio L, Prainsack B, Volzke H. Every participant is a PI. Citizen science and participatory governance in population studies. *Int J Epidemiol.* 2017. 10.1093/ije/dyw204.

Review

SEARCHING FOR BEST AND NEW EMERGING PRACTICES FOR INVOLVING YOUTH IN ENVIRONMENTAL HEALTH RISK COMMUNICATION AND RISK GOVERNANCE

Dovile Adamonyte¹, Ilse Loots²

¹ European Environment and Health Youth Coalition, Vilnius, Lithuania

² Faculty of Social Sciences and Institute of Environment and Sustainable Development (IMDO), University of Antwerp, Antwerp, Belgium

Corresponding author: Dovile Adamonyte (email: dovile.adamonyte@yahoo.com)

ABSTRACT

Background: We aimed to analyse best and new emerging practices for involving adolescents in environmental health risk communication and risk governance by a selective international literature review.

Methods: A time-restricted literature search was done as part of a scientific mission to identify existing best and new emerging practices in environmental health risk communication and risk governance involving young people. The Web of Science, PubMed and Google Scholar databases were searched for articles describing all types of studies into the evidence, experience or evaluation of capacity-building for young people and policy-makers published in English.

Database searches yielded 450 abstracts and four additional papers were identified by hand-searching references and contacting experts, nongovernmental organizations and young researchers in the field. Following screening, 25 full papers were reviewed, of which six fulfilled the inclusion criteria. Data were extracted from all included papers and synthesized into a narrative review.

Results: Only a small number of best and new emerging practices for involving youth in environmental health risk communication and risk governance for young people, policy-makers and planners in European Region have been described. Decision-making that aims to maximize the health benefits of reducing or

remediation of environmental contamination should also take wider considerations into account, including opportunities for individual health promotion activities related to improvements in the physical, social and economic environment.

Conclusion: More effort is needed to improve methodologies for promoting the involvement of young people in the policy research process. This will provide the ideal opportunity for researchers and early career investigators to develop innovative solutions that uphold the rights of young people to engage in participatory communication and governance.

Keywords: CONTAMINATION, YOUTH, INVOLVEMENT, PARTICIPATION, POLICY, RISK GOVERNANCE

INTRODUCTION

Young people¹ comprise a significant proportion of the European population (1, 2), and can therefore play an important, positive role in responding to present and future environmental contamination patterns, as well as providing societal support for health

arrangements. Although commitments were made by all Member States of the World Health Organization (WHO) European Region in the Parma Declaration on Environment and Health in 2010 (3), only about a quarter have reported meaningful youth engagement (1). It is therefore important to strengthen youth involvement in the WHO European Environment and Health Process, and Member States must demonstrate a stronger commitment to implementing the Parma Conference pledges to youth across the Region.

¹ Both adolescents (aged 10–19 years) and youths (aged 15–24 years) are referred to as young people, thus the term encompasses people aged 10–24 years (2).



It is necessary to consider population subgroups stratified by age when describing the health or risk profile of populations living in the vicinity of sites affected by environmental poisoning and contamination (1). Young people need special consideration, given their high sensitivity to environmental agents. Thus, policy-makers are faced with the ongoing challenge of making good decisions while remaining responsive to the young people affected by their decisions. Challenges associated with industrially contaminated sites in the environmental health policy arena are often technically complex and value-laden, with multiple affected groups and stakeholders operating in an atmosphere of mistrust. Another relevant issue is intergenerational justice because unsustainable waste management practices leave a toxic legacy that will adversely affect future generations.

PARTICIPATION LADDER

This review presents a framework for evaluating mechanisms designed to involve young people in environmental decision-making, risk communication and risk governance. Table 1 shows each aspired level of participation on the participation ladder, based on Arnstein's original model published in 1969 (4). In this, the direction of communication (one-way or two-way, as indicated by arrows), the forms of participation to be considered, and the associated advantages and pitfalls are shown for each rung of the participation ladder (5).

This framework distinguishes between interactive and non-interactive approaches. For instance, although surveys of the views of stakeholders (e.g. "What does the population think?") are often considered to represent participation, they are not participation in the strictest sense because the element of interaction is missing if there is no feedback to those who gave their opinions. Surveys and group interviews are tried and tested methods in social science research. They can produce very useful information and, depending on the objective of the practice or research, may be preferable to interactive methods, but taking part in a survey is not interactive participation (5). In summary, meaningful youth participation (aspired level of participation = co-decide) represents an optimal use of social resources that benefits young people, policy-makers and other stakeholders by

ensuring enriched and democratic policy-making and policy implementation.

POLICY AND PROJECT MANAGEMENT CYCLES

Policy and project management cycles are systematic processes through which environmental and social issues (as well as other public issues) are acknowledged and processed to identify solutions in staged policy-making (6). Progression through the policy cycle is intentionally iterative: policy activities are recurrent and instruments are used repetitively to effectively solve pressing problems such as active youth participation and involvement (7). Policies are formulated or revised through a process that engages stakeholders within a particular institutional context (8).

CITIZEN SCIENCE

Citizen engagement in scientific and technological projects (so-called citizen science) is widely seen to provide opportunities for education and communication to reduce the gap between laypeople and science (9). It is typically considered a win-win situation in which citizens are given the opportunity to contribute to scientific research projects designed by professional researchers. The prevailing opinion is that through their participation citizens gain an increased interest in scientific learning (10) while contributing to the development of scientific projects (11). In contrast, a less empirically explored and documented conceptualization of citizen science considers citizens as active agents capable of developing scientific research with the potential to address their needs and concerns (12). The second approach is translated into activities intended to build capacity for citizens to have a meaningful voice in scientific practice while addressing the prevailing perception that scientific research and scientists are removed from societal concerns and needs (a similar approach is used for the participation ladder) (13). As the second interpretation of citizen science can be understood as joint knowledge production, the concept represents an additional field of practice for youth participation in risk governance.

METHODS

ELIGIBILITY CRITERIA

In view of the anticipated scarcity and heterogeneity of relevant literature, the criteria used for study

selection were intentionally broad and inclusive. This time-limited review set out to include any study (of any design), review or report of evidence, experience or evaluation of capacity-building for young people and policy-makers within existing best and/or new emerging practices in environmental health risk communication and/or risk governance with young people. All papers published in English from 1996 to December 2016 were included. The regional spread was envisaged to be limited to the European Region; articles reporting on very low-income countries were excluded to maximize homogeneity in domestic contexts. However, studies of deprived areas or disadvantaged communities were included. Studies specifically examining adult populations (i.e. mean/median age of at least 18 years) or, when direct information was unavailable, clearly concerning adult populations were excluded.

SEARCH STRATEGY

The Web of Science and PubMed electronic databases (which include only peer-reviewed academic articles) were searched on 6–9 December 2016 using a combination of search terms including any of the following keywords: Contamin* AND Youth AND risk communicat* OR risk governan* OR citizen science. A total of 298 papers were identified in the first database search (on 8 December 2016). In addition, the reference lists of all included papers were hand-searched to identify relevant studies. Complementary and grey literature (academic books and non-peer-reviewed articles, including reports and web-based resources) were searched via Google Scholar using the same search terms. The second database search (on 9 December 2016) identified a further 152 publications. Four additional papers were identified via contacting key informants (experts, nongovernmental organizations and young researchers in the field), hand-searching references, and an Internet search. We also contacted young experts (official members of the European Environment and Health Youth Coalition), who contributed by sharing their opinions and perceptions of youth communication activities in the field of industrial contamination (14).

STUDY SELECTION AND DATA EXTRACTION

A total of 412 papers were excluded at the abstract review stage because they contained ineligible subject matter or were duplicates, based in low-income

countries or published in a language other than English.

For the literature search, good practice for involving young people in environmental decision-making, risk communication and risk governance was defined as meeting the interactive (i.e. two-way communication) aspired level of participation. Classical studies focusing on informing, educating and sensitizing young people or youth were considered outside the scope of this review. In addition, new and emerging studies and practices were defined as those in which the overarching objective was youth-initiated, youth-directed and youth-controlled and in which young people had acted as autonomous learners and demonstrated critical thinking about their actions and decisions regarding scientific practice and policy.

RESULTS OF THE REVIEW

The systematic search identified six papers fulfilling all inclusion criteria. Of these, four papers described good and emerging practices involving an interactive (two-way communication) aspired level of participation (listed in Table 2) through which young people actively attempted to contribute to decisions affecting their lives and to exercise their rights and duties as citizens by the use of research and policy as a tool for change. One study described an intervention aimed to explore the potential of the citizen science approach to drive transformative learning, understood as increasing the empowerment and capacity of students to think as autonomous learners of science within collaborative contexts (15). A second study used a suitable method to empirically explore, and build theory upon, the ways in which teenagers construct political action using a constructivist approach (16). The third study aimed to review the relationships between human health and the environment by implementing participatory initiatives (17), and the final study aimed to demonstrate that communities can affect policy decisions if they are organized, informed and committed to both the issue and the process (18).

Two other articles were literature reviews: the first analysed the legacy of young people's involvement in policy research (20); and the second aimed to understand how young people can channel their

TABLE 1. ACTIVITIES FOR EACH ASPIRED LEVEL OF THE PARTICIPATION SEQUENCE

Aspired level of participation	Direction of communication	Forms of participation	Advantages	Disadvantages/pitfalls
Interactive				
Co-decide	PM ↔ SH	<ul style="list-style-type: none"> · Not very common in practice · Examples: joint management of nature databases and participation in working groups · The main target group is fellow scientists 	<ul style="list-style-type: none"> · Optimal use of participants' resources · Fulfills democratic motives 	<ul style="list-style-type: none"> · In extreme cases, stakeholders determine the content of PM reports · PM risk losing control
Co-produce	PM ↔ SH	<ul style="list-style-type: none"> · Interactive scenario development · Alternation of research and participation; research-led participation process · Use of participatory methods 	<ul style="list-style-type: none"> · Increases commitment of participants · Reflective approach to co-production can make a major contribution to producing knowledge · Ideally, generates support and produces knowledge 	<ul style="list-style-type: none"> · Demands open-mindedness from the PM · PM have to commit to obtained results to some extent, which is only possible if everyone is open to this · Intensive process · Participants' choice and quality of the facilitator are key factors for success
Take advice / consult	PM ← SH	<ul style="list-style-type: none"> · Interactive workshops for: <ul style="list-style-type: none"> - defining the problem - research design - conclusions · Bilateral sessions · Review of project design and conclusions: <ul style="list-style-type: none"> - written reports - workshops · Themed workshops for knowledge production 	<ul style="list-style-type: none"> · Can result in new perspectives · Highly goal-oriented approach; can be put into action at key stages in a project 	<ul style="list-style-type: none"> · Less easy for the PM to steer the process; process can produce unintended results · Stakeholders may disagree with the framing; can lead to societal unrest · Difficult to guarantee transparency

TABLE 1. ACTIVITIES FOR EACH ASPIRED LEVEL OF THE PARTICIPATION SEQUENCE

Aspired level of participation	Direction of communication	Forms of participation	Advantages	Disadvantages/pitfalls
Non-interactive				
Listen	PM ← SH	<ul style="list-style-type: none"> · Set up feedback channels · Keep an eye on the media · Receive complaints, protest and criticism 	<ul style="list-style-type: none"> · PM get answers to questions they did not ask; prevents tunnel vision · PM are able to draw attention to problems at an early stage 	<ul style="list-style-type: none"> · Difficult to draw a line between where listening brings benefits and where it does not · Can be very time-consuming
Study	PM ← SH	<ul style="list-style-type: none"> · Surveys · Interviews · Focus groups 	<ul style="list-style-type: none"> · Many stakeholders can be reached with relatively little effort · Information can be collected in a highly targeted way 	<ul style="list-style-type: none"> · A strong framing effect may occur; other factors which were not asked about may be relevant
Inform	PM → SH	<ul style="list-style-type: none"> · Presentations 	<ul style="list-style-type: none"> · Takes relatively little time and effort 	<ul style="list-style-type: none"> · Can cause dissatisfaction among stakeholders · No opportunity to make a contribution, no real participation
No participation	PM ↔ SH	<ul style="list-style-type: none"> · None 	<ul style="list-style-type: none"> · Project receives little attention. Under certain circumstances, this may be desirable 	<ul style="list-style-type: none"> · No feedback · No utilization of external sources of information · No legitimization

PM: policy-makers; SH: stakeholders.

Sources: Netherlands Environmental Assessment Agency and Radboud University Nijmegen (5) and Hage et al. (19).

TABLE 2. SUMMARY OF INTERACTIVE PRACTICES, MAIN ACHIEVEMENTS AND LESSONS LEARNT

Study	Interactive intervention	Achievements and lessons learnt
Ruiz-Mallén et al. (15)	Students and researchers co-created a research project based on a question generated by the students	For secondary school students, it was a transformative learning experience because: <ul style="list-style-type: none"> · relationships and interactions were elective (not imposed), transparent and characterized as trust building · participants were engaged in a continuous deliberative process about the meaning and rationality of their actions, decisions, achievements or limitations while conducting research · based on the philosophy of slow science, the project was planned on a long-term, flexible basis (3–10 years) with no performance targets but some task deadlines
Coe et al. (16)	Workshop and interviews	Activists aged between 17 and 19 years constructed their political action as four different processes that involve moving from: <ul style="list-style-type: none"> · consciousness to action · personal experience to shared goals · social activities to political activities · single to multiple arenas
Huby & Adams (17)	Workshop discussion ^a	Understanding the relationships between human health and the environment was improved by implementing the following steps: <ul style="list-style-type: none"> · constructing the problems – the role of the community (or general public) in identifying a local health problem depends on recognition of a common cause for concern · identifying the contamination causes and responsibilities of citizens and stakeholders to tackle the environmental health pollution · generating important value in the process by improving communication and trust and saving time
Williams et al. (18)	Multifaceted community-based participatory research programme ^a	Achievements: <ul style="list-style-type: none"> · framework was mutually established to inform, educate and empower the community to take control of its own future · increased capacity of community members to research issues of concern and present their findings in appropriate contexts · findings have important implications for pollution prevention, risk reduction activities and strategies, and environmental health policy for other economically disadvantaged and overburdened communities

^a Study involved the participation of both young people and the general public.

creativity and dynamism to develop new ways to solve the complex problems associated with improving health in contaminated areas (21). Our results show that to formulate strategies to improve human health in contaminated situations, representatives of all stakeholder groups should be informed by the best possible scientific and medical advice. This should include improved methods of risk assessment, which may lead to recommendations to reduce human exposure via restricting emissions and remediating contamination. However, decision-making designed to maximize the health benefits of reducing or remediating environmental contamination should also take wider considerations into account, including providing opportunities for individual health promotion activities related to improvements in the physical, social and economic environment.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

INVOLVING YOUNG PEOPLE IN DECISION-MAKING AND SCIENTIFIC RESEARCH MATTERS

This reviews shows that more effort is needed to improve methodologies that promote the involvement of young people in the policy research process. This will provide the ideal opportunity for researchers and early career investigators to develop innovative solutions that uphold the rights of young people to engage in participatory communication and governance. It is important that policy-makers and supervisors of research projects involving contaminated sites adopt a creative approach to problem-solving, which may include the following:

- Young people can engage in research without any prior research skills training (including designing their own experiments, analysing data and reflecting on results) by applying their own scientific and political knowledge, which is meaningful within their own societal context.
- The overarching objective should be to support youth-initiated, youth-directed and youth-controlled practices so that young people can become autonomous learners and think critically about their actions and decisions regarding scientific practice and policy. Most of these skills, values and attitudes

(e.g. critical thinking, individual responsibility, ability to work as part of a team) are recognized as being important for citizens to acquire so that they can participate effectively not only in scientific research but also in their daily life activities (22).

- Policy officers and decision-makers should not judge what young people have to say about research using the same scientific and policy standards and the same criteria used to determine the credibility and trustworthiness of professional researchers; relationships and interactions should be transparent and aimed at building trust.

LACK OF EXISTING RESEARCH DATA

The literature review process showed a current lack of specific research data in the field of industrially contaminated sites and youth involvement in environmental health risk communication and risk governance. Furthermore, the few published descriptions of practices and studies are difficult to compare owing to methodological and geographical differences. For instance, many industrially contaminated sites have traditionally been located in run-down areas with high unemployment rates, so the conflict between economic interests and impacts on environmental quality and public health commonly generates great concern and controversy among residents (1). The COST² Action IS1408: Industrially Contaminated Sites and Health Network could be a platform for gathering new data and documenting the aforementioned initiatives and practices.

Thus, improving meaningful youth participation is a priority as well as sustainable and responsible investment, especially in light of the United Nations 2030 Agenda for Sustainable Development, which includes several sustainable development goals addressing environmental health issues.

YOUTH PARTICIPATION IN POLICY-MAKING, RISK GOVERNANCE AND COMMUNICATION: A MIXED PICTURE

Through publishing the *Rules for participation in and implementation of COST activities* (23), COST aims to encourage the participation of young talented researchers representing the next generation of

² European Cooperation in Science and Technology.

leaders in science and technology, and to promote work opportunities for early career investigators (24). It is essential to provide involvement opportunities and visibility to young people participating in processes that focus on both treating industrially contaminated sites and promoting health. This review highlights that, owing to their creativity and dynamism, young people are capable of providing new perspectives to old problems. Moreover, their meaningful participation raises awareness of the responsibility of young people towards the environment as future decision-makers and inhabitants of the planet, thus familiarizing them with the processes of designing and implementing research programmes and policies related to health and the environment (14). This review also identified some of the challenges young people face when engaging in the research and policy process. Their efforts to initiate these processes were not always fruitful because, as their political action gained in complexity, young people faced greater constraints in challenging power due to age-based exclusion, state-centred definitions of politics, and a lack of interest in youth demands from adults (20).

Practices implemented in Sweden reported a barrier towards a specific age group: students aged 16–19 years old usually fell outside the scope of civil society organizations, which classified this age group as adults or young adults (16).

RECOMMENDATIONS

- Expand meaningful youth participation in national and international decision-making and policy development processes related to the environment and health in all WHO European Member States.
- Promote formal and non-formal education programmes on environmental health issues at every level of educational facility for raising awareness among children and young people in the WHO European Region.

Acknowledgements: This literature review was planned and implemented in December 2016 at the University of Antwerp as part of the short-term scientific mission within the framework of the COST Action IS1408: Industrially Contaminated Sites and Health Network. The authors would like to extend

their sincerest thanks to Bert Morrens and Dries Coertjens and the University of Antwerp for hosting the mission, and to all of the young people who participated in the literature review by sharing their practices and perceptions related to industrially contaminated sites.

Sources of funding: None declared.

Conflicts of interest: None declared.

Disclaimer: The authors alone are responsible for the views expressed in this publication and they do not necessarily represent the decisions or policies of the World Health Organization.

REFERENCES

1. Improving environment and health in Europe: how far have we gotten? Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2015.
2. Report of the Advisory Committee for the International Youth Year, Annex A/36/215. New York: United Nations; 1981.
3. Parma Declaration on Environment and Health. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2010 [http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0011/78608/E93618.pdf, accessed 5 May 2017].
4. Arnstein SR. A ladder of citizen participation. *J Am Inst Plann.* 1969;35(4):216–24.
5. Stakeholder participation guidance for the Netherlands Environmental Assessment Agency: main document. MNP publication number 550032007. Nijmegen: Netherlands Environmental Assessment Agency and Radboud University Nijmegen; 2008.
6. Crabbé A, Leroy P. The handbook of environmental policy evaluation. London: Earthscan; 2008:3.
7. Freeman B. Revisiting the policy cycle. *Adm Sci.* 2016;6(3):9. doi:10.3390/admsci6030009.
8. Maetz M, Balié J. Influencing policy processes: lessons from experience. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2008.
9. Gray SA, Nicosia K, Jorda RC. Lessons learnt from citizen science in the classroom. *Democracy and Education.* 2012;20(2):1–5.
10. Riesch H, Potter C. Citizen science as seen by scientists: methodological, epistemological and ethical dimensions. *Public Underst Sci.* 2014;23:107–20.
11. Silvertown J. A new dawn for citizen science. *Trends Ecol Evol.* 2009;24(9):467–71.

12. Irwin A. Citizen science: a study of people, expertise and sustainable development. London: England; 1995.
13. Hughes G. Exploring the availability of student scientist identities within curriculum discourse: an anti-essentialist approach to gender-inclusive science. *Gend Educ.* 2001; 13:275–90.
14. Promoting the participation of young people in the European environment and health process. Vilnius: European Environment and Health Youth Coalition; 2013 (<http://www.eehyc.org/publications/>, accessed 28 December 2016).
15. Ruiz-Mallén I, Riboli-Sasco L, Ribault C, Heras M, Laguna D, Perié L. Citizen science: toward transformative learning. *Science Communication.* 2016; 38(4): 523–534. doi:10.1177/1075547016642241.
16. Coe AB, Wiklund M, Uttjek M, Nygren L. Youth politics as multiple processes: how teenagers construct political action in Sweden. *J Youth Stud.* 2016;19(10):1321–37. doi: 10.1080/13676261.2016.1166191.
17. Huby M, Adams M. Interdisciplinarity and participatory approaches to environmental health: reflections from a workshop on social, economic and behavioural factors in the genesis and health impact of environmental hazards. *Environ Geochem Health.* 2009;31:2190–26. doi: 10.1007/s10653-008-9212-7.
18. Williams EM, Terrell J, Anderson J, Tumiel-Berhalter L. A case study of community involvement influence on policy decisions: victories of a community-based participatory research partnership. *Int J Environ Res Public Health.* 2016; 13:515. doi: 10.3390/ijerph13050515.
19. Hage M, Leroy P, Petersen CA. Stakeholder participation in environmental knowledge production. *Futures* 2010;42(3):254–64.
20. Sharpe D. Young people's involvement in policy research. *Child Geogr* 2015;13(2):240–8. doi: 10.1080/14733285.2014.978488.
21. Farmer JG, Jarvis R. Strategies for improving human health in contaminated situations: a review of past, present and possible future approaches. *Environ Geochem Health.* 2009;31:227–38. doi:10.1007/s10653-008-9209-2.
22. Blanco-López A, España-Ramos E, González-García FJ, Franco-Mariscal AJ. Key aspects of scientific competence for citizenship: a Delphi study of the expert community in Spain. *J Res Sci Teach.* 2015;52:64–198. doi: 10.1002/tea.21188.
23. Rules for participation in and implementation of COST activities. Brussels: European Cooperation in Science and Technology; 2015 (<http://www.cost.eu/participate>, accessed 25 December 2016).
24. COST action IS1408. Industrially Contaminated Sites and Health Network (ICSHNet). Brussels: European Cooperation in Science and Technology; 2016 (<http://www.icshnet.eu/>, accessed on 27 December 2016).

ОБЗОР

ПОИСК ПРИМЕРОВ ЭФФЕКТИВНОЙ ПРАКТИКИ ПО
ВОВЛЕЧЕНИЮ МОЛОДЕЖИ В ПРОЦЕССЫ КОММУНИКАЦИИ
В СФЕРЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯDovile Adamonyte¹, Ilse Loots²¹ Европейская молодежная коалиция по окружающей среде и здоровью, Вильнюс, Литва² Факультет социальных наук и Институт окружающей среды и устойчивого развития (IMDO), Антверпенский университет, Антверпен, Бельгия

Автор, отвечающий за переписку: Dovile Adamonyte (адрес электронной почты: dovile.adamonyte@yahoo.com)

АННОТАЦИЯ

Исходные данные: Цель исследования – анализ существующих и формирующихся примеров эффективной практики по вовлечению подростков в процессы коммуникации в сфере экологических рисков для здоровья, основанный на выборочном обзоре международной литературы.

Методы: Проведен ограниченный по времени поиск научной литературы, описывающей результаты эффективной практики в сфере снижения экологических рисков для здоровья, к участию в которой привлекалась молодежь. В поисковых системах Web of Science, PubMed и Google Scholar найдены статьи на английском языке, содержащие фактологические данные, описание достигнутых результатов в области снижения экологических рисков, оценку мероприятий по укреплению потенциала молодежи и роли лиц, формирующих политику, в охране здо-

ровья населения и оздоровлении окружающей среды. При поиске по базам данных найдено 450 аннотаций; четыре дополнительных материала получено при поиске вручную и в результате обращения к экспертам, в неправительственные организации и к молодым исследователям, работающим в сфере снижения экологических рисков. После первоначальной проверки отобрано и проанализировано 25 полноценных статей, шесть из которых удовлетворяли критерию инклюзивности. Данные из всех рассмотренных статей обобщены и представлены в виде описательного обзора.

Результаты: Выявлено небольшое число примеров эффективной практики по вовлечению молодежи в процессы коммуникации в сфере экологических рисков для здоровья, которые могут представлять интерес для разработчиков политики и специалистов

по планированию в Европейском регионе. При принятии решений в области охраны здоровья в контексте сокращения загрязнения или реабилитации окружающей среды требуется рассмотрение мер по сохранению собственного здоровья, связанных с оздоровлением физической, социальной и экономической среды.

Выводы: Необходимы более активные меры для привлечения молодежи к участию в процессах коммуникации в сфере экологических рисков для здоровья и разработки соответствующей политики. Это откроет хорошие возможности для исследователей, в т.ч. начинающих, для выработки инновационных решений в области охраны здоровья и реабилитации окружающей среды, предусматривающих реализацию прав молодежи на широкое участие в процессах коммуникации и управления.

Ключевые слова ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, РИСКИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ, УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ, МОЛОДЕЖЬ, УЧАСТИЕ, ПОЛИТИКА

ВВЕДЕНИЕ

Молодые люди¹ составляют значительную часть населения Европы (1, 2) и могут сыграть важную позитивную роль в разработке отклика на нынешние и будущие проблемы загрязнения окружающей среды, а также в стимулировании общественной поддержки мероприятий по охране здоровья. И хотя все государства – члены Европейского региона Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) взяли на себя соответствующие обязательства, подписав в 2010 г. Пармскую декларацию по окружающей среде и охране здоровья (3), лишь четверть из них сообщают о значимом участии молодежи в этих процессах (1). В связи с этим необходимо расширить участие молодежи в Процессе ВОЗ «Окружающая среда и здоровье», а государства-члены должны продемонстрировать более решительную приверженность реализации заявленных обязательств в отношении молодежи, утвержденных на Пармской конференции, по всему региону.

При описании ситуации, связанной с риском для здоровья населения, которое проживает вблизи участков экологического отравления или загрязнения, приводимые данные необходимо рассматривать с учетом распределения по возрастным группам (1). Молодежь требует особого внимания, поскольку молодые люди обладают повышенной чувствительностью к экологическим факторам. Таким образом, перед разработчиками политики стоит непростая задача, требующая учитывать потребности молодых людей при принятии адекватных решений. В контексте политики по охране окружающей среды проблемы, связанные с промышленным загрязнением территорий, зачастую требуют технически сложных и дорогостоящих решений, в то время как заинтересованные стороны и многочисленные затронутые группы действуют в атмосфере недоверия. Другим важным вопросом является межпоколенческая справедливость: неустойчивость систем управления отходами влечет за собой формирование «токсичного наследия»,

которое будет оказывать негативное влияние на будущие поколения.

СТУПЕНИ УЧАСТИЯ

В данном обзоре представлена структура, применяемая для оценки механизмов, используемых для вовлечения молодых людей в процессы принятия решений, коммуникации по вопросам рисков и управления рисками в контексте окружающей среды. В таблице 1 продемонстрированы желаемые уровни участия в соответствии с моделью гражданского участия Арнштейна, опубликованной в 1969 г. (4). В таблице отражены направления коммуникации (односторонняя или двусторонняя, как показано стрелками), формы участия, ассоциированные преимущества и подводные камни для каждой ступени лестницы участия (5).

В этой структуре проводятся различия между интерактивными и неинтерактивными подходами. Например, опросы мнения заинтересованных сторон (из разряда «Что думает об этом население?») часто считаются мерой обеспечения участия, хотя в строгом смысле они участием не являются, поскольку элемент интерактивности отсутствует, если люди, которые высказали свое мнение, не получают затем обратной связи. Опросы и групповые интервью – испытанные и проверенные методы социальных исследований. С их помощью можно получить ценную и полезную информацию, и в определенных контекстах – в зависимости от задач проекта или исследования – их использование может быть более целесообразным по сравнению с интерактивными методами, однако следует помнить, что участие в опросе не является интерактивным участием (5). В целом, значимое участие молодежи (желаемый уровень участия = совместное принятие решений) предусматривает оптимальное использование социальных ресурсов с пользой для молодежи, разработчиков политики и других заинтересованных сторон благодаря расширенным и демократичным процессам развития и реализации политики.

ЦИКЛЫ РАЗВИТИЯ ПОЛИТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ

Циклы развития политики и управления проектами – это систематические процессы, в ходе которых выявляются экологические и социальные проблемы (а также другие актуальные для общества

¹ Термин «молодые люди» в данном обзоре распространяется как на подростков (возраст 10–19 лет), так и на молодежь (возраст 15–24 года); таким образом, термин относится к возрастной группе от 10 до 24 лет (2).

вопросы), требующие реагирования посредством выработки решений в ходе поэтапного развития политики (6). Поступательные действия в рамках цикла развития политики представляют собой намеренно итеративный процесс: мероприятия носят возобновляемый характер, а инструменты используются повторно в целях эффективного разрешения насущных проблем, таких как обеспечение активного участия и вовлеченности молодежи (7). Процесс формирования или пересмотра политики предусматривает привлечение заинтересованных сторон, представляющих конкретный институциональный контекст (8).

ГРАЖДАНСКАЯ НАУКА

Широко признается, что участие граждан в научных и технологических проектах (так называемая гражданская наука) открывает возможности для обучения и коммуникации в целях сокращения разрыва между простыми людьми и наукой (9). Подобный подход считается выигрышным для всех сторон: он предоставляет обычным гражданам возможность внести вклад в научно-исследовательскую деятельность, проводимую профессиональными исследователями. Преобладает мнение, что участие в этих процессах стимулирует интерес граждан к приобретению научных знаний (10) через содействие развитию научных проектов (11). С другой стороны, есть и другая концепция гражданской науки, недостаточно изученная эмпирически и задокументированная, в соответствии которой граждане рассматриваются как активные участники процесса развития научных исследований, несущие потенциал реагирования на собственные потребности и проблемы (12). Второй подход проявляется в практических действиях по усилению потенциала граждан и обеспечению их значимого участия в научных проектах, в то же время воздействуя на широко распространенное представление о том, что научные исследования и ученые далеки от общественных проблем и потребностей (подобный подход используется и в концепции лестницы участия) (13). Поскольку вторая интерпретация гражданской науки может трактоваться как совместное производство знаний, эта концепция представляет собой дополнительную область практической работы в сфере обеспечения участия молодежи в управлении рисками.

МЕТОДЫ

КРИТЕРИИ ОТБОРА

Ввиду ожидаемого недостатка и неоднородности соответствующей литературы с самого начала были утверждены широкие, инклюзивные критерии отбора материалов для анализа. Был проведен ограниченный по времени поиск любых научных исследований (всех видов дизайна), обзоров или докладов, содержащих фактологические данные, описание опыта или оценку мероприятий по укреплению потенциала молодежи и лиц, формирующих политику, в рамках существующих и/или появляющихся примеров эффективной практики с участием молодежи в сфере снижения экологических рисков для здоровья и управления рисками. В поиск были включены все материалы, опубликованные на английском языке с 1996-го по декабрь 2016 г. Географический охват материалов ограничивался Европейским регионом; исследования по странам с очень низким уровнем дохода были исключены в целях обеспечения однородности внутреннего контекста. При этом были включены исследования неблагополучных районов или социально незащищенных сообществ. Помимо этого из поиска исключались исследования, проведенные среди взрослого населения (т.е. со средним/медианным возрастом участников не менее 18 лет), а также, при отсутствии прямо указывающей на возраст информации, явно затрагивающие взрослое население.

СТРАТЕГИЯ ПОИСКА

В период с 6 по 9 декабря 2016 г. проведен поиск в электронных базах Web of Science и PubMed (в них содержатся только рецензируемые академические статьи) по комбинации поисковых терминов, включающей любые из следующих ключевых слов: Contamin* AND Youth AND risk communicat* OR risk governan* OR citizen science («загрязнен*» И «молодежь» И «коммуник* в сфере риска» ИЛИ «управл* рисками» ИЛИ «гражданская наука»). Первый поиск (8 декабря 2016 г.) принес 298 результатов. Помимо этого по библиографическим спискам всех включенных статей произведен поиск вручную для выявления соответствующих исследований. Также в поисковой системе Google Scholar проведен поиск дополнительной и «серой» литературы (научные издания и нерецензируемые статьи, включая доклады и интернет-ресурсы) по тем же поисковым терминам. Второй поиск (9 декабря 2016 г.) выявил еще

152 публикации. Четыре дополнительных материала было найдено в результате обращения к ключевым информаторам (экспертам, неправительственным организациям и молодым исследователям этой сферы), ручного поиска библиографических ссылок и поиска в Интернете. Также мы связались с молодыми специалистами (официальными членами Европейской молодежной коалиции по окружающей среде и здоровью), которые поделились своим мнением и взглядами на просветительские мероприятия для молодежи по вопросам промышленного загрязнения (14).

ОТБОР ИССЛЕДОВАНИЙ И ИЗВЛЕЧЕНИЕ ДАННЫХ

На стадии рассмотрения аннотаций было исключено 412 материалов, посвященных другой проблематике, дублировавших другие статьи, представлявших страны с низким уровнем дохода или опубликованных на других языках. При поиске информации эффективными примерами вовлечения молодежи в процессы принятия решений в сфере окружающей среды, коммуникации по вопросам риска и управления считались те практики, которые характеризовались интерактивным желаемым уровнем участия (т.е. двусторонней коммуникацией). Классические исследования, нацеленные на информирование, просвещение и привлечение внимания молодых людей и молодежи, классифицировались как не относящиеся к сфере охвата данного обзора. Новые и формирующиеся примеры эффективной практики были определены как инициативы, основной целевой компонент которых разрабатывался, управлялся и контролировался молодежью и в которых молодые люди выступали в роли автономных учащихся и демонстрировали критическое мышление о своих действиях и решениях в сфере научных исследований и политики.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБЗОРА

Систематический поиск выявил шесть статей, удовлетворяющих всем критериям для включения в обзор. Из них в четырех статьях описывались существующие и формирующиеся примеры эффективной практики, характеризующиеся интерактивным желаемым уровнем участия (с двусторонней коммуникацией; см. табл. 2), в контексте которого молодые люди стремились оказывать активное влияние на

важные для них решения и реализовывали свои гражданские права и обязанности, участвуя в исследованиях и развитии политики для инициации процесса преобразований. В первом исследовании описывалась программа, в рамках которой изучался потенциал гражданской науки для развития преобразующего обучения, рассматриваемого как повышение возможностей и способностей студентов мыслить как автономные учащиеся в рамках механизмов научного сотрудничества (15). Во втором исследовании применялся специальный метод эмпирического изучения и построения теории в отношении того, каким образом подростки формируют политические действия, используя конструктивистский подход (16). В третьем исследовании рассматривалась связь между здоровьем человека и окружающей средой в контексте осуществления программ широкого участия (17), а в четвертом демонстрировалась возможность влияния сообществ на политические решения при условии их организованности, информированности и приверженности как самой теме, так и всему процессу (18).

Две другие статьи представляли собой обзоры литературы: в первой анализировалась история участия молодых людей в политических исследованиях (20), а во второй изучались возможности молодых людей направлять свой творческий потенциал и активность на поиск решений для сложных проблем, связанных с улучшением здоровья людей в экологически загрязненных районах (21). Результаты нашего исследования показывают, что для разработки стратегий по улучшению здоровья людей, проживающих рядом с загрязненными участками, все группы участников процесса должны иметь доступ к наиболее достоверной научной и медицинской информации. Речь идет, в том числе, об улучшенных методах оценки риска, в результате реализации которых могут быть подготовлены рекомендации по ограничению негативного воздействия на человека посредством сокращения выбросов и ликвидации последствий загрязнения. При этом принятие решений об охране здоровья в контексте сокращения загрязнения или реабилитации окружающей среды требует рассмотрения более широких аспектов, таких как меры по сохранению собственного здоровья, связанные с оздоровлением физической, социальной и экономической среды.

ТАБЛИЦА 1. ФОРМЫ УЧАСТИЯ НА КАЖДОМ ЖЕЛАЕМОМ УРОВНЕ ЛЕСТНИЦЫ УЧАСТИЯ

Желаемый уровень участия	Направление коммуникации	Формы участия	Преимущества	Недостатки/подводные камни
Интерактивный				
Совместное принятие решений	РП ↔ ЗС	<ul style="list-style-type: none"> · Не очень распространено на практике · Примеры: совместное ведение баз данных о состоянии природы и участие в рабочих группах · Основная целевая группа – коллеги-ученые 	<ul style="list-style-type: none"> · Оптимальное использование ресурсов участников · Достижение демократических целей 	<ul style="list-style-type: none"> · В исключительных случаях ЗС определяют содержание отчетности РП · РП рискуют потерять контроль
Разработка совместных продуктов	РП ↔ ЗС	<ul style="list-style-type: none"> · Разработка интерактивных сценариев · Чередование исследований и участия; участие в контексте академической деятельности · Применение методов обеспечения участия 	<ul style="list-style-type: none"> · Повышает приверженность участников · Рефлексивный подход к совместному производству продуктов усиливает производство знаний · В идеальном варианте генерирует поддержку и производит знания 	<ul style="list-style-type: none"> · Требует от РП широты взглядов · РП берут на себя определенные обязательства в отношении полученных результатов, что возможно лишь при открытости к этому всех участников · Интенсивный процесс · Ключевые факторы успеха – выбор участников и качество работы фасилитатора
Принятие советов / консультирование	РП ← ЗС	<ul style="list-style-type: none"> · Интерактивные семинары в целях: <ul style="list-style-type: none"> - определения проблемы - разработки дизайна исследования - анализа выводов · Двусторонние сессии · Обзор дизайна проекта и выводов: <ul style="list-style-type: none"> - письменные отчеты - семинары · Тематические семинары по производству знаний 	<ul style="list-style-type: none"> · Может открыть новые ракурсы · В высокой степени ориентирован на конкретные цели; можно реализовать на ключевых этапах проекта 	<ul style="list-style-type: none"> · РП труднее руководить процессом; работа может принести непредусмотренные результаты · Между ЗС могут возникнуть разногласия по разрабатываемой стратегии; может привести к общественным волнениям · Сложно обеспечить прозрачность

ТАБЛИЦА 1. ФОРМЫ УЧАСТИЯ НА КАЖДОМ ЖЕЛАЕМОМ УРОВНЕ ЛЕСТНИЦЫ УЧАСТИЯ

Желаемый уровень участия	Направление коммуникации	Формы участия	Преимущества	Недостатки/подводные камни
Неинтерактивный				
Слушание	РП ← ЗС	<ul style="list-style-type: none"> · Организация обратной связи · Отслеживание СМИ · Получение жалоб, протестов и критики 	<ul style="list-style-type: none"> · РП получают ответы на вопросы, которые не задавались; предупреждает ограниченное видение проблемы · РП может привлечь внимание к проблемам на раннем этапе 	<ul style="list-style-type: none"> · Сложно провести четкую грань между ситуациями, когда слушание приносит пользу, а когда нет · Может отнимать много времени
Обучение	РП ← ЗС	<ul style="list-style-type: none"> · Опросы · Интервью · Фокус-группы 	<ul style="list-style-type: none"> · Можно охватить множество ЗС относительно малыми усилиями · Информация собирается сугубо целенаправленно 	<ul style="list-style-type: none"> · Возможно возникновение эффекта обрамления; могут быть упущены важные факторы, оставшиеся за рамками вопросов
Информирование	РП → ЗС	<ul style="list-style-type: none"> · Презентации 	<ul style="list-style-type: none"> · Требуется относительно мало времени и усилий 	<ul style="list-style-type: none"> · Может вызвать неудовлетворенность ЗС · Нет возможностей внести существенный вклад, нет действительного участия
Нет участия	РП ↔ ЗС	Отсутствуют	<ul style="list-style-type: none"> · Внимание к проекту минимально. В определенных ситуациях этот эффект может быть желательным 	<ul style="list-style-type: none"> · Нет обратной связи · Не используются внешние источники информации · Нет легитимности

РП: разработчики политики; ЗС: заинтересованные стороны.

Источники: Нидерландское агентство по оценке состояния окружающей среды и Университет Радбауд в Неймегене (5) и Наге и соавт. (19).

ТАБЛИЦА 2. ОБЗОР ИНТЕРАКТИВНЫХ ПРАКТИК, ОСНОВНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ И УСВОЕННЫХ УРОКОВ

Исследование	Интерактивная программа	Достижения и усвоенные уроки
Ruiz-Mallén и соавт. (15)	Учащиеся и исследователи совместно разработали исследовательский проект на основе вопроса исследования, выдвинутого учащимися	Для учащихся средних школ это был опыт преобразующего обучения, поскольку: <ul style="list-style-type: none"> · взаимодействие и взаимоотношения были делом выбора (т.е. не навязанными) и характеризовались прозрачностью и построением доверия · участники были вовлечены в постоянный совещательный процесс, в ходе которого обсуждались последствия и обоснования их исследовательских действий, решений, достижений или ограничений · на основе концепции «медленной науки» был запланирован долгосрочный проект (3–10 лет), не предусматривавший целевых показателей, но имевший предельные сроки для выполнения некоторых задач
Сое и соавт. (16)	Семинары и интервью	Активисты в возрасте 17–19 лет разработали систему политических действий на основе четырех компонентов, обеспечивавших переход: <ul style="list-style-type: none"> · от осознания проблемы к действиям · от личного опыта к общим целям · от социальных мероприятий к политическим · от одной точки приложения усилий к множеству точек
Huby & Adams (17)	Обсуждение на семинаре ^a	Улучшение понимания взаимосвязей между здоровьем человека и окружающей средой было достигнуто посредством выполнения следующих мер: <ul style="list-style-type: none"> · конструирование проблем – роль сообщества (или общества в целом) в выявлении проблем со здоровьем местного населения зависит от признания распространенной причины явления · установление причин загрязнения и определение ответственности граждан и заинтересованных сторон в сфере реагирования на загрязнение окружающей среды · обеспечение максимальной отдачи процесса посредством улучшения коммуникации и доверия, а также экономии времени
Williams и соавт. (18)	Многосторонняя программа исследований с участием сообществ ^a	Достижение: <ul style="list-style-type: none"> · созданы совместные механизмы для информирования, просвещения и повышения возможностей сообществ, с тем чтобы они могли самостоятельно определять свое будущее · укреплен потенциал членов сообщества в сфере исследований актуальных проблем и презентации их результатов в соответствующих контекстах · результаты работы приносят положительный эффект в сфере предупреждения экологического загрязнения, разработки стратегий и мер по снижению рисков и развития политики оздоровления окружающей среды, которая может быть применена другими сообществами, находящимися в неблагоприятной экономической ситуации и затронутыми многочисленными проблемами

^a В исследовании принимали участие как молодые люди, так и представители общества в целом.

ДИСКУССИЯ И ВЫВОДЫ

ВАЖНОСТЬ ВОВЛЕЧЕНИЯ МОЛОДЫХ ЛЮДЕЙ В ПРОЦЕССЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ И НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведенный обзор демонстрирует необходимость принятия более активных мер, нацеленных на усовершенствование методологий обеспечения молодых людей в процессах по исследованию политики. Это откроет хорошие возможности для исследователей, в т.ч. начинающих, для выработки инновационных решений, предусматривающих реализацию прав молодежи на широкое участие в процессах коммуникации и управления. Разработчикам политики и координаторам исследовательских проектов по сокращению загрязнения окружающей среды необходимо применять творческий подход к решению проблем, который может включать следующие рекомендации:

- Молодые люди должны иметь возможность принимать участие в исследованиях без предварительной исследовательской подготовки (в том числе проводить свои собственные эксперименты, анализировать данные и осмысливать результаты) посредством применения своих знаний об исследованиях и политике, значимых в их социальном контексте.
- Основные усилия должны быть направлены на поддержку инициатив, разрабатываемых, управляемых и контролируемых молодежью, в которых молодые люди выступают в роли автономных учащихся и демонстрируют критическое мышление относительно своих действий и решений в сфере научных исследований и политики.
- Большинство этих навыков, ценностей и отношений (таких как критическое мышление, индивидуальная ответственность, способность работать в команде) признаются как важнейшие элементы воспитания граждан для их эффективного участия не только в научных исследованиях, но и в повседневной жизнедеятельности (22).
- Лица, формирующие политику и принимающие решения, не должны давать оценку

исследовательских работ молодых людей на основе тех же научных и политических стандартов и критериев, которые применяются для определения достоверности и надежности работ профессиональных исследователей; взаимодействие и взаимоотношения должны быть прозрачными и нацеленными на укрепление доверия.

НЕДОСТАТОК ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ДАННЫХ

Процесс составления обзора литературы выявил недостаток конкретных исследовательских данных по вопросам промышленного загрязнения и участия молодежи в коммуникации в сфере экологических рисков для здоровья и управления рисками. К тому же те немногочисленные описания эффективных практик и исследований, которые были найдены в ходе данной работы, базируются на разных методологиях и охватывают разные географические территории, из-за чего с трудом поддаются сравнительному анализу. Например, большинство участков промышленного загрязнения находятся в заброшенных районах, характеризующихся высоким уровнем безработицы, поэтому конфликт экономических интересов и воздействие на состояние окружающей среды и здоровье населения обычно вызывает большую обеспокоенность и разногласия среди жителей этих районов (1). Инициатива COST² Action IS1408: Сеть сотрудничества по вопросам промышленного загрязнения и здоровья (Industrially Contaminated Sites and Health Network) может стать платформой для сбора новой информации и документирования вышеупомянутых инициатив и практик.

Таким образом, расширение значимого участия молодежи остается приоритетной задачей, наряду с устойчивым и ответственным инвестированием, особенно в свете Повестки дня ООН в области устойчивого развития до 2030 года, в которой намечено несколько целей устойчивого развития в сфере окружающей среды и здоровья.

² Европейское сотрудничество в области научных исследований и технологий.

УЧАСТИЕ МОЛОДЕЖИ В ФОРМИРОВАНИИ ПОЛИТИКИ, УПРАВЛЕНИИ РИСКАМИ И КОММУНИКАЦИИ: НЕОДНОЗНАЧНАЯ КАРТИНА

В рамках инициативы COST было опубликовано руководство «Правила участия и осуществления мероприятий COST» (*Rules for participation in and implementation of COST activities*) (23), цель которого – стимулировать участие молодых, талантливых исследователей, представляющих новое поколение лидеров в сфере научных исследований и технологий, и способствовать обеспечению занятости начинающих исследователей (24). Необходимо расширять возможности и освещать результаты участия молодежи в процессах охраны здоровья и реагирования на промышленное загрязнение. Этот обзор продемонстрировал, что благодаря изобретательности и динамичности молодежи есть возможность по-новому взглянуть на старые проблемы. Кроме того, значимое участие позволяет повысить осведомленность молодых людей об их ответственности в отношении окружающей среды как жителей нашей планеты и будущих руководителей, а также ознакомить их с процедурами разработки и осуществления исследовательских программ и политики по охране окружающей среды и здоровья (14). Также в рамках данного обзора были выявлены определенные трудности, с которыми сталкивается молодежь при участии в процессах исследования и формирования политики. Их попытки воздействовать на эти процессы не всегда были успешными из-за того, что по мере усложнения своих политических задач молодым людям приходилось преодолевать все больше барьеров на пути противостояния властным структурам из-за неравенства по признаку возраста, понимания политики как концепции, ориентированной на государство, и отсутствия у взрослых интереса к требованиям молодежи (20).

По материалам соответствующих программ, проводимых в Швеции, выявлен барьер в отношении конкретной возрастной группы: учащиеся 16–19 лет обычно не включались в сферу охвата мероприятий общественных организаций, поскольку они были причислены к категории взрослых или молодых взрослых (16).

РЕКОМЕНДАЦИИ

- Расширить значимое участие молодежи в национальных и международных процессах принятия решений и развития политики в сфере охраны окружающей среды и здоровья во всех государствах – членах Европейского региона ВОЗ.
- Содействовать осуществлению программ формального и неформального обучения по проблемам окружающей среды на всех уровнях образования в целях повышения осведомленности по этим вопросам среди детей и молодежи в Европейском регионе ВОЗ.

Выражение признательности: настоящий обзор литературы был запланирован и осуществлен в декабре 2016 г. в Антверпенском университете в контексте краткосрочной научной миссии в рамках инициативы COST Action IS1408: Сеть сотрудничества по вопросам промышленного загрязнения и здоровья. Авторы выражают искреннюю благодарность Bert Morrens и Dries Coertjens и Антверпенскому университету за прием миссии, а также всем молодым людям, принявшим участие в обзоре литературы и поделившимся примерами эффективной практики и взглядами на проблему промышленного загрязнения.

Источники финансирования: не указаны.

Конфликт интересов: не указан.

Ограничение ответственности: авторы несут самостоятельную ответственность за мнения, выраженные в данной публикации, которые не обязательно представляют решения или политику Всемирной организации здравоохранения.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Улучшение состояния окружающей среды и здоровья в Европе: насколько мы продвинулись в достижении этих целей? Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ; 2015 г.
2. Report of the Advisory Committee for the International Youth Year, Annex A/36/215. New York: United Nations; 1981.

3. Пармская декларация по окружающей среде и охране здоровья. Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ; 2010 г. (http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/78610/E93618R.pdf, по состоянию на 5 мая 2017 г.).
4. Arnstein SR. A ladder of citizen participation. *J Am Inst Plann.* 1969;35(4):216–24.
5. Stakeholder participation guidance for the Netherlands Environmental Assessment Agency: main document. MNP publication number 550032007. Nijmegen: Netherlands Environmental Assessment Agency and Radboud University Nijmegen; 2008.
6. Crabbé A, Leroy P. The handbook of environmental policy evaluation. London: Earthscan; 2008:3.
7. Freeman B. Revisiting the policy cycle. *Adm Sci.* 2016;6(3);9. doi:10.3390/admsci6030009.
8. Maetz M, Balié J. Influencing policy processes: lessons from experience. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2008.
9. Gray SA, Nicosia K, Jorda RC. Lessons learnt from citizen science in the classroom. *Democracy and Education.* 2012;20(2):1–5.
10. Riesch H, Potter C. Citizen science as seen by scientists: methodological, epistemological and ethical dimensions. *Public Underst Sci.* 2014;23:107–20.
11. Silvertown J. A new dawn for citizen science. *Trends Ecol Evol.* 2009;24(9):467–71.
12. Irwin A. Citizen science: a study of people, expertise and sustainable development. London: England; 1995.
13. Hughes G. Exploring the availability of student scientist identities within curriculum discourse: an anti-essentialist approach to gender-inclusive science. *Gend Educ.* 2001;13:275–90.
14. Promoting the participation of young people in the European environment and health process. Vilnius: European Environment and Health Youth Coalition; 2013 (<http://www.eehyc.org/publications/>, по состоянию на 28 декабря 2016 г.).
15. Ruiz-Mallén I, Riboli-Sasco L, Ribault C, Heras M, Laguna D, Perié L. Citizen science: toward transformative learning. *Science Communication.* 2016;38(4):523–534. doi:10.1177/1075547016642241.
16. Coe AB, Wiklund M, Uttjek M, Nygren L. Youth politics as multiple processes: how teenagers construct political action in Sweden. *J Youth Stud.* 2016;19(10):1321–37. doi: 10.1080/13676261.2016.1166191.
17. Huby M, Adams M. Interdisciplinarity and participatory approaches to environmental health: reflections from a workshop on social, economic and behavioural factors in the genesis and health impact of environmental hazards. *Environ Geochem Health.* 2009;31:2190–26. doi: 10.1007/s10653-008-9212-7.
18. Williams EM, Terrell J, Anderson J, Tumiel-Berhalter L. A case study of community involvement influence on policy decisions: victories of a community-based participatory research partnership. *Int J Environ Res Public Health.* 2016; 13:515. doi: 10.3390/ijerph13050515.
19. Hage M, Leroy P, Petersen CA. Stakeholder participation in environmental knowledge production. *Futures* 2010;42(3):254–64.
20. Sharpe D. Young people’s involvement in policy research. *Child Geogr* 2015;13(2):240–8. doi: 10.1080/14733285.2014.978488.
21. Farmer JG, Jarvis R. Strategies for improving human health in contaminated situations: a review of past, present and possible future approaches. *Environ Geochem Health.* 2009;31:227–38. doi:10.1007/s10653-008-9209-2.
22. Blanco-López A, España-Ramos E, González-García FJ, Franco-Mariscal AJ. Key aspects of scientific competence for citizenship: a Delphi study of the expert community in Spain. *J Res Sci Teach.* 2015;52:64–198. doi: 10.1002/tea.21188.
23. Rules for participation in and implementation of COST activities. Brussels: European Cooperation in Science and Technology; 2015 (<http://www.cost.eu/participate>, по состоянию на 25 декабря 2016 г.).
24. COST action IS1408. Industrially Contaminated Sites and Health Network (ICSHNet). Brussels: European Cooperation in Science and Technology; 2016 (<http://www.icshnet.eu/>, по состоянию на 27 декабря 2016 г.).

INFORMATION FOR AUTHORS

There are no page charges for submissions.
Please check www.euro.who.int/en/panorama for details.

Manuscripts should be submitted to eupanorama@who.int

EDITORIAL PROCESS

All manuscripts are initially screened by an editorial panel for scope, relevance and scientific quality. Suitable manuscripts are sent for peer review anonymously. Recommendations of at least two reviewers are considered by the editorial panel for making a decision on a manuscript. Accepted manuscripts are edited for language, style, length, etc. before publication. Authors must seek permission from the copyright holders for use of copyright material in their manuscripts.

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Постраничный тариф к присланным документам не применяется.
Подробную информацию можно найти на веб-сайте:
www.euro.who.int/ru/panorama.

Рукописи просьба присылать по адресу: eupanorama@who.int

ПРОЦЕСС РЕДАКТИРОВАНИЯ

Все рукописи сначала изучает редакционная коллегия с целью оценки объема, актуальности и научного качества. Выбранные рукописи отправляются экспертам для рецензирования без указания авторов. Затем редакционная коллегия рассматривает рекомендации как минимум двух рецензентов, чтобы принять решение о публикации рукописи. Перед публикацией принятые рукописи проходят литературное редактирование с точки зрения языка и стиля изложения, длины текста и т.п. Авторы должны получить разрешение у владельцев авторского права на использование авторских материалов в своих рукописях.

THE WHO REGIONAL OFFICE FOR EUROPE

The World Health Organization (WHO) is a specialized agency of the United Nations created in 1948 with the primary responsibility for international health matters and public health. The WHO Regional Office for Europe is one of six regional offices throughout the world, each with its own programme geared to the particular health conditions of the countries it serves.

MEMBER STATES

Albania	Hungary	Russian Federation
Andorra	Iceland	San Marino
Armenia	Ireland	Serbia
Austria	Israel	Slovakia
Azerbaijan	Italy	Slovenia
Belarus	Kazakhstan	Spain
Belgium	Kyrgyzstan	Sweden
Bosnia and Herzegovina	Latvia	Switzerland
Bulgaria	Lithuania	Tajikistan
Croatia	Luxembourg	The former Yugoslav Republic of Macedonia
Cyprus	Malta	Turkey
Czechia	Monaco	Turkmenistan
Denmark	Montenegro	Ukraine
Estonia	Netherlands	United Kingdom
Finland	Norway	Uzbekistan
France	Poland	
Georgia	Portugal	
Germany	Republic of Moldova	
Greece	Romania	

ЕВРОПЕЙСКОЕ РЕГИОНАЛЬНОЕ БЮРО ВОЗ

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) – специализированное учреждение Организации Объединенных Наций, созданное в 1948 г., основная функция которого состоит в решении международных проблем здравоохранения и охраны здоровья населения. Европейское региональное бюро ВОЗ является одним из шести региональных бюро в различных частях земного шара, каждое из которых имеет свою собственную программу деятельности, направленную на решение конкретных проблем здравоохранения обслуживаемых ими стран.

ГОСУДАРСТВА-ЧЛЕНЫ

Австрия	Исландия	Сербия
Азербайджан	Испания	Словакия
Албания	Италия	Словения
Андорра	Казахстан	Соединенное Королевство
Армения	Кипр	Таджикистан
Беларусь	Кыргызстан	Туркменистан
Бельгия	Латвия	Турция
Болгария	Литва	Узбекистан
Босния и Герцеговина	Люксембург	Украина
Бывшая югославская Республика Македония	Мальта	Финляндия
Венгрия	Монако	Франция
Германия	Нидерланды	Хорватия
Греция	Норвегия	Черногория
Грузия	Польша	Чехия
Дания	Португалия	Швейцария
Израиль	Республика Молдова	Швеция
Ирландия	Российская Федерация	Эстония
	Румыния	
	Сан-Марино	