

Савилов Е.Д.^{1,2}, Брико Н.И.^{3,4}, Колесников С.И.^{1,5}

Эпидемиологические аспекты экологических проблем современности

¹ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека», 664003, Иркутск;

²ФБОУ ДПО «Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования» – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ, 664049, Иркутск;

³ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» МЗ РФ, 119991, Москва;

⁴ФБУН «Центральный НИИ эпидемиологии» Роспотребнадзора, 111123, Москва;

⁵ФБОУ «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», 119991, Москва

В настоящее время формируется новый активный фактор риска, способствующий эволюции эпидемического процесса, а именно техногенное загрязнение окружающей среды вследствие научно-технического прогресса, тесно связанного с процессами глобализации. Для сохранения своего вида человек за всю историю своего развития был вынужден адаптироваться к регулярному воздействию на окружающую среду негативных природных факторов, способствующих глобальным изменениям климатических условий. Однако эта особенность не может активно проявляться в отношении техногенных факторов риска в связи с тем, что это воздействие не только меняется, но и непрерывно возрастает за счёт постоянно увеличивающегося количества чужеродных химических веществ, поступающих в биосферу. Загрязнение окружающей среды промышленными отходами приводит к значимым различиям в уровнях инфекционной заболеваемости с более высокими её показателями на территориях экологического неблагополучия. Кроме этого, в экологически неблагоприятных условиях выявлена нестабильность развития эпидемического процесса (укорочение многолетних циклов и значительно больший размах колебаний заболеваемости относительно линии тренда в годы её циклических подъёмов). Техногенное загрязнение приводит к утяжелению клинического течения инфекционного процесса, большей его длительности, более частому развитию осложнений, хронизации процесса и удлинению сроков реконвалесценции, а также способствует формированию коморбидности. В экологически неблагоприятных условиях у практически здоровых детей школьного возраста уровень коллективного иммунитета к инфекциям, управляемым средствами иммунопрофилактики, значимо ниже, чем в группе сравнения, что снижает эпидемиологическую эффективность вакцинопрофилактики. На урбанизированных территориях имеет место увеличение резистентности к антибактериальным препаратам и изменение степени патогенности возбудителей, что даёт последние преимущества для широкого распространения и способствует росту инфекционной патологии. Всё вышесказанное позволило в представленном обзоре конкретизировать его цель как проявления инфекционной патологии на организменном и популяционном уровнях в условиях техногенного загрязнения окружающей среды.

К л ю ч е в ы е с л о в а: экология; окружающая среда; техногенное загрязнение; глобализация; здоровье населения; инфекционная патология; биологические свойства возбудителей инфекционных заболеваний; обзор.

Для цитирования: Савилов Е.Д., Брико Н.И., Колесников С.И. Эпидемиологические аспекты экологических проблем современности. *Гигиена и санитария*. 2020; 99 (2): 134-139. DOI: <http://dx.doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-2-134-139>

Для корреспонденции: Савилов Евгений Дмитриевич, доктор медицинских наук, главный научный сотрудник лаборатории эпидемиологической и социально значимых инфекций ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ, 664003, Иркутск. E-mail: savilov47@gmail.com

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов: Савилов Е.Д. – генерация идеи исследования, проведение поисково-аналитической работы и написание текста статьи; Брико Н.И. – генерация идеи исследования, анализ данных литературы и редактирование текста статьи; Колесников С.И. – анализ данных литературы, проведение поисково-аналитической работы и редактирование текста статьи.

Поступила: 08.04.19
Принята к печати: 12.12.19
Опубликована: 23.03.2020

Savilov E.D.^{1,2}, Briko N.I.^{3,4}, Kolesnikov S.I.^{1,5}

Epidemiological aspects of environmental problems of the present

¹Scientific Centre of the Family Health and Human Reproduction Problems, Irkutsk, 664003, Russian Federation;

²Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education, Irkutsk, 664049, Russian Federation;

³Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, 119991, Russian Federation;

⁴Central Scientific Research Institute of Epidemiology, Moscow, 111123, Russian Federation;

⁵Lomonosov Moscow State University, Moscow, 119991, Russian Federation

Now there is taken place forming of the new active risk factor contributing to the evolution of the epidemic process, namely, the technogenic environmental pollution as the manifestation of the scientific and technical progress which is closely connected with globalization processes. For the preservation of the own species for all history of the development, the human was to force to adapt

to regular impact on the habitat of the negative natural factors promoting global changes of climatic conditions surrounding it. However, this feature cannot actively be shown to technogenic risk factors because this influence not only constantly changes, but also continuously increases at the expense of the constantly increasing number of the alien chemicals coming to the biosphere. Environmental pollution by industrial wastes results in significant differences in levels of the incidence of infectious diseases with its higher rates in territories of ecological trouble. Besides, in ecologically unfavorable conditions the instability of development of the epidemic process is revealed (shortening of long-term cycles and considerably bigger fluctuation band of incidence concerning the line of a trend in the years of its cyclical upswings). Technogenic pollution leads to a more severe clinical course of the infectious process, its longer duration, more frequent occurrence of complications, synchronization of process and lengthening of the convalescence period, promotes comorbidity formation. In ecologically unfavorable conditions the level of collective immunity against infections controlled with immune preventive measures in almost healthy children of school age is significantly lower, than in comparison group, which reduces the epidemiological efficiency of vaccine prevention. In the urbanized territories also a change of degree of pathogenicity takes place due to an increase in resistance of pathogens to antibacterial drugs that provide infections advantage for more wide circulation and promotes the growth of infectious pathology. All above-stated has allowed concretizing in the presented review its purpose as displays of an infectious pathology on organismal and population levels in the conditions of technogenic environmental contamination.

Key words: ecology; environment; technogenic pollution; globalization; health of the population; infectious pathology; biological properties of causative agents of infectious diseases; review.

For citation: Savilov E.D., Briko N.I., Kolesnikov S.I. Epidemiological aspects of environmental problems of the present. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99(2): 134-139. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-2-134-139>

For correspondence: Evgeny D. Savilov, MD, Ph.D., DSci, chief researcher of the Laboratory of epidemiologically and socially important infections of the Scientific Centre of the Family Health and Human Reproduction Problems, Irkutsk, 664003, Russian Federation. E-mail: savilov47@gmail.com

Information about the authors:

Savilov E.D., <https://orcid.org/0000-0002-9217-6876>; Kolesnikov S.I., <https://orcid.org/0000-0003-2124-6328>; Briko N.I., <https://orcid.org/0000-0002-6446-2744>

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Contribution: E.D. Savilov – generation of the idea of research, carrying out search and analytical work and writing of the text of manuscript; N.I. Briko – generation of the idea of research, the analysis of data of literature and editing text of manuscript; S.I. Kolesnikov – the analysis of data of literature, carrying out search and analytical work and editing the text of the manuscript.

Received: August 04, 2019

Accepted: December 12, 2019

Published: March 23, 2020

Взаимодействие живых организмов и их сообществ между собой и с окружающей средой – довольно хрупкая «субстанция» и находится под постоянным воздействием природно-климатических и антропогенных факторов. Какие из них более приоритетны и каковы возможности влияния на эти факторы для сохранения окружающего нас мира? Ответ с точки зрения человека достаточно очевиден. Человек (человечество) за всю многотысячелетнюю историю своего развития был вынужден адаптироваться к регулярному воздействию на окружающую его среду обитания негативных природных факторов (землетрясения, извержения вулканов, лесные пожары, экстремальные циклы потепления и похолодания, падения крупных небесных тел и др.), способствующих глобальным изменениям климатических условий. И это была вынужденная защитная реакция человечества, иначе бы оно просто не выжило бы. Однако ни прогнозировать, ни даже по-настоящему минимизировать эти планетарные природные катаклизмы человек так и не научился.

Что же касается антропогенного воздействия на окружающую среду, то оно является практически неизменным спутником научно-технического прогресса, способствующим деградации природных систем в зоне влияния техногенных и сельскохозяйственных объектов [1]. Но именно эта особенность не позволяет эффективно адаптироваться к техногенным факторам риска в связи с тем, что это воздействие не только постоянно меняется, но и особенно выражено за счёт непрерывно нарастающего количества чужеродных химических веществ, поступающих в окружающую среду. Тем не менее своё негативное влияние на природу человек может всё же корректировать, вплоть до его прекращения в отдельных случаях. Следовательно, на настоящем этапе развития цивилизации природу надо спасать в первую очередь от самого человека и оценивать разные аспекты его влияния на окружающую среду с разработкой соответствующих профилактических мероприятий.

Воздействие человека на природу осуществляется в течение всего многовекового периода его существования. Тем не менее некой условной точкой активизации этого процесса является промышленная революция, начавшаяся в Англии в 1740–1780-х годах и распространившаяся в дальнейшем на другие страны

Европы и США. Эта революция ознаменовала переход от аграрной экономики к индустриальному обществу с преобладанием машинного производства. Начало современного периода развития цивилизации, связанного с выраженным воздействием на природу, приходится на середину XX столетия и тесно связано с эпохой научно-технического прогресса с трансформацией индустриального общества в постиндустриальное. Этот переход принёс в жизнь человека очевидные блага, стоит лишь вспомнить перечень наиболее ярких научных достижений в XX в., которые изменили образ жизни и окружающий нас мир. В этот перечень вошли такие достижения современной цивилизации, как лазер, нефть, электричество, атомная энергия, компьютер, полиэтилен, а также два чисто медицинских достижения – антибиотики и вакцинопрофилактика. Однако, к сожалению, все эти успехи одновременно способствовали нарастанию экологических проблем, чреватых угрозой здоровью людей.

Одной из таких наиболее существенных экологических проблем является техногенное загрязнение окружающей среды, неразрывное составляющее научно-технического прогресса, которое самым непосредственным образом сказывается на состоянии здоровья населения [2–4]. Масштабы экологических последствий этого воздействия неуклонно растут, и последствия могут быть самыми катастрофическими. Понятно, что изучение многообразного влияния антропогенных факторов на окружающую среду является одним из наиболее важных вопросов современности, с конечной целью такого исследования – защита и улучшение среды обитания человека.

Здесь следует подчеркнуть, что проблема «техногенное загрязнение окружающей среды и соматическая патология» достаточно подробно рассмотрена в специальной литературе и не нуждается в особых доказательствах. Однако вплоть до настоящего времени остаётся недостаточно освещённой проблема влияния экологических преобразований природы, связанных с научно-техническим прогрессом, на проявления инфекционной патологии как на организменном, так и популяционном уровнях. И лишь в последние годы появились обобщающие публикации по влиянию антропогенного загрязнения окружающей среды на проявления инфекционного и эпидемического процессов массовых инфекционных заболеваний [5–9].

Приступая к обобщённой оценке рассматриваемой проблемы, следует отметить, что если раньше эпидемический процесс (ЭП) регулировался в основном состоянием коллективного иммунитета, то ныне на эпидемиологическую арену выступают совершенно новые факторы, такие как искусственно изменённая биологическая активность возбудителей и состояния организма людей под влиянием загрязнения окружающей среды чужеродными соединениями. Однако в научной литературе на конец XX в. влияние воздействия промышленного загрязнения окружающей среды на проявления инфекционного процесса было относительно аргументированно обосновано лишь для небольшого ряда эндогенных инфекций (пневмонии, бронхиты и др.). Для так называемых заразных (передающихся) инфекций с ухудшением экологической обстановки ранее связывали лишь рост заболеваемости гриппом и ОРВИ, чему способствовали массовость этих форм инфекционной патологии и очевидная причинно-следственная связь между изучаемыми явлениями (промышленное загрязнение – атмосферный воздух – болезни органов дыхания).

По нашему мнению, сложившаяся ситуация может быть связана с тем, что ранее эпидемиология отдала на «откуп» гигиене изучение влияния промышленных факторов на здоровье населения, которые тем не менее так и не приняли в сферу своей деятельности изучение инфекционной патологии, полагая, что это прерогатива эпидемиологов. Такая несогласованность, возможно, и привела к тому, что рассматриваемая проблема в своём прикладном и теоретическом виде стала разрешаться лишь к настоящему времени.

Важной вехой на пути развития подобного рода изысканий, несомненно, являются материалы сессии общего собрания РАМН (Москва, 2000 г.), на которой исследования по проблеме «Изучение закономерностей эволюции эпидемического процесса и изменение экологии патогенов под влиянием антропогенных и техногенных факторов» были включены в важнейшие приоритетные направления в области фундаментальных исследований в инфектологии. Более того, в настоящее время пришло осознанное понимание, что эта группа болезней представляет реальную угрозу для здоровья человека (человечества), что послужило основанием Совету безопасности ООН в том же году (2000 г.) декларировать, что инфекционные заболевания переросли из проблемы здравоохранения в глобальную политическую проблему.

В этом месте следует добавить следующее. Эволюция клинических и эпидемиологических проявлений инфекционных заболеваний в конце XX – начале XXI в. не замыкается в рамках научно-технического прогресса. Несомненно, что этим изменениям способствуют и процессы глобализации, которые являются прямым продолжением (развитием) научно-технического прогресса. Указанная проблема в последние годы становится новой парадигмой в эпидемиологии, которую можно так и обозначить – «глобализация и эпидемический процесс» [10–12].

Глобализация – это процесс всемирной экономической, политической, культурной и религиозной интеграции и унификации, тесного переплетения экономики на основе транснационализации и регионализации, следствие эволюции рыночных систем. Одним из проявлений этого процесса является миграция рабочей силы, производственных ресурсов, стандартизация технологических процессов. В результате увеличивается количество общих для группы государств проблем, в том числе экологических и социальных.

Понятно, что при сложившемся положении глобализация является ещё и движущей силой эпидемического процесса (ЭП), а именно:

- меняет существо эпидемического процесса, влияет на все три элемента ЭП, в ряде случаев значительно ускоряя его развитие;
- способствует формированию благоприятных условий распространения многих инфекционных болезней и изменению их структуры (условно патогенные и оппортунистические инфекции, микст-инфекции);
- влияет как на распространённость инфекционных болезней, так и на их предотвращение, контроль и лечение.

Эти движущие силы самым непосредственным образом сказываются на тенденциях в развитии ЭП, и вот лишь некоторые из них:

- наблюдается ускорение эволюции инфекционных болезней, и темпы её измеряются уже не столетиями, а десятилетиями, что дало основание ввести такое понятие, как «современная эволюция эпидемического процесса»;
- за последние десятилетия клинические и эпидемиологические проявления многих инфекций изменились больше, чем за всю предыдущую историю наблюдений за этими заболеваниями;
- идёт стремительное распространение хронических, в том числе коморбидных, заболеваний различной этиологии и микст-инфекций.

Ну и как тут не вспомнить известное высказывание французского бактериолога лауреата Нобелевской премии за 1928 г. Шарля Николая (1886–1936): «В будущем народятся новые заразные болезни, медленно исчезнут некоторые старые, а те, что останутся, не будут иметь в точности те формы, под которыми мы их знаем теперь».

Подытожим сказанное и отметим, что проблема неблагоприятного влияния экологических факторов на деградацию окружающей среды и на здоровье населения напрямую связана с развитием научно-технического прогресса и следующей за ним повсеместной глобализацией мира. С каждым годом эта проблема приобретает всё большую актуальность, и не принимать это во внимание никак нельзя.

Учитывая, что основным предметом эпидемиологических исследований является заболеваемость, рассмотрим её сравнительное движение на экологически благоприятной и неблагоприятной территориях при её естественном развитии, то есть без учёта вакцинопрофилактики [6, 7, 13]. Это важно, так как при таком подходе заболеваемость населения зависит преимущественно от инфекционно-иммунологических отношений и воздействия экологических факторов. Проявления же заболеваемости в условиях иммунопрофилактики зависят прежде всего от проводимой иммунизации, а не от рассматриваемого нами фактора риска, в связи с чем эта группа инфекционной патологии требует отдельного анализа и не будет представлена в настоящем сообщении.

Сравнительное рассмотрение проявлений заболеваемости выявило значимые различия в её уровнях с более высокими показателями на территориях с экологически неблагоприятным. Кроме этого, выявлена нестабильность развития эпидемического процесса в экологически неблагоприятных условиях (укорочение многолетних циклов и значительно больший размах колебаний относительно линии тренда в годы циклических подъёмов заболеваемости). Указанные изменения в движении инфекционной заболеваемости в условиях экологического неблагоприятия могут быть объяснены снижением неспецифической резистентности макроорганизма, что в свою очередь способствует дестабилизации циклической компоненты ЭП.

Однако здесь следует выделить одно важнейшее положение. Указанные различия выявлены лишь для тех форм инфекционной патологии, которые обладают выраженными ритмическими проявлениями (синусоидальный ритм) уровня заболеваемости во внутригодичной и многолетней динамике (ОРВИ, вирусный гепатит А, дизентерия Зонне, краснушная инфекция).

Для инфекционных заболеваний, которые не обладают выраженными ритмическими колебаниями во внутригодичной и многолетней динамике (вирусные гепатиты В и С, дизентерия Флекснера, сальмонеллёзы), не было выявлено выраженных отличий в движении заболеваемости между сравниваемыми территориями. Соответствующие многолетние показатели были практически синхронизированы и не отличались по своим уровням.

Выявленные различия в движении многолетней заболеваемости между отдельными видами инфекционной патологии (с наличием синусоидального ритма и со слабой выраженностью циклических проявлений) основаны на саморегулируемых механизмах биологической системы, связанных с внутрипопуляционным биологическим разнообразием (возбудителя и/или хозяина). Для группы заболеваний с выраженными циклическими и сезонными проявлениями ЭП внутригодичная гетерогенность

фенотипического разнообразия популяции паразита и хозяина была значительно более выражена при сопоставлении с группой сравнения со слабо выраженным синусоидальным ритмом, что и отразилось на внутригодовых проявлениях заболеваемости. Более детальное обоснование различного проявления заболеваемости в условиях неблагоприятной экологической ситуации при отдельных формах инфекционной патологии были обобщены нами ранее в отдельных исследованиях [5, 8].

Рассмотрим воздействие техногенных факторов риска на проявления инфекционного процесса, который, согласно современным представлениям, является важнейшей подсистемой эпидемического процесса. Указанные исследования были проведены для следующих видов инфекционной патологии: ОРВИ, различные виды вирусных гепатитов, дизентерия Зонне и Флекснера, сальмонеллёзы, коклюш, дифтерия, туберкулёз и внутрибольничные инфекции.

Анализ сравнительных клинических исследований [7–9], проведённых по единой схеме среди детского и взрослого населения на изучаемых территориях, для всех видов инфекционной патологии, позволил сформулировать следующее обобщенное положение.

Техногенное загрязнение окружающей среды, способствуя разбалансировке регуляторных систем здорового организма и развитию сопутствующих соматических заболеваний, приводит к утяжелению клинического течения инфекционного процесса, большей его длительности, а также к более частому развитию осложнений, хронизации процесса и удлинению сроков реконвалесценции. Понятно, что влияние техногенных факторов на формирование популяционного здоровья, как и, в частности, на развитие соматической патологии, не требует особых доказательств и также было показано нами в предыдущих исследованиях [5, 7].

Подводя итоги анализу заболеваемости и клиническим проявлениям инфекционной патологии, следует ещё раз отметить, что одной из существенных особенностей современности является выраженный рост смешанной патологии, в том числе и инфекционных заболеваний [14]. Можно полагать, что указанный факт послужил толчком для формирования понятия «коморбидности» (от лат. *co* – вместе + *morbus* – болезнь), впервые предложенного в 1970 г. американским врачом-эпидемиологом Алваном Фенштейном [15]. Коморбидность – это не просто сумма нескольких болезней, а их определённое взаимодействие, формирующее в итоге новые варианты течения интегрированных заболеваний.

Понятие «коморбидность» в наше время нашло самое широкое применение в клинической практике, однако в эпидемиологических изысканиях (изучение особенностей развития эпидемических процессов при микст-инфекциях) это направление лишь начинает становиться на ноги [13].

Приведённые рассуждения позволяют по-новому представить (осмыслить) полученные ранее материалы и посмотреть на влияние техногенных экологических факторов под другим углом зрения на сделанное ранее обобщение и внести в него соответствующие коррективы.

Новое понимание полученных материалов сводится к тому, что техногенное загрязнение окружающей среды является первичным фактором риска для развития хронической соматической патологии, которая в свою очередь является для инфекционной патологии вторичным фактором риска, способствующим во многом формированию отягощённых форм инфекционного процесса.

Таким образом, новая интерпретация рассматриваемой проблемы позволила ввести дополнительные переменные в цепь причинно-следственных связей между инфекционной патологией и экологической составляющей, что не искажает практическую значимость полученных ранее результатов, но позволяет более точно охарактеризовать внутренние связи в системе «инфекционная патология и условия экологического неблагополучия». В этом месте вполне уместно сослаться на обзор литературы А.Л. Верткина и соавт. [16], которые выделили некоторые факторы, влияющие на развитие коморбидности, среди которых своё место занимает и экология, что в рассматриваемом контексте представленного сообщения позволяет отнести её к регулирующим факторам риска.

Таким образом, новое воззрение на «старую» проблему, основанное на понимании коморбидности, позволяет расширить наши знания и выявлять новые связи при развитии болезни/заболеваемости при их совместном проявлении.

Рассмотрев в единой связке влияние техногенного загрязнения окружающей среды на проявления эпидемического и инфекционного процессов, необходимо включить в эту двуединую общность и вакцинальный процесс. В наших исследованиях показано [7, 9], что у практически здоровых детей школьного возраста в экологически неблагоприятных условиях уровень коллективного иммунитета к управляемым инфекциям (корь, краснуха, полиомиелит, дифтерия, столбняк, коклюш) оказался значимо ниже, чем в группе сравнения. Выявленные изменения способствовали снижению эпидемиологической эффективности вакцинопрофилактики в условиях экологического неблагополучия. В городах с более высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха снижение поствакцинального иммунитета идёт более быстрыми темпами, чем в зонах с благоприятными экологическими условиями. Это в свою очередь диктует более высокий уровень охвата прививками детей в условиях антропогенного воздействия по сравнению с экологически благоприятными территориями.

Представленные исследования в наиболее обобщённом виде могут быть сведены к следующему. Техногенное загрязнение окружающей среды, имеющее повсеместное распространение на урбанизированных территориях, является значимым фактором риска, достоверно снижающим эффективность вакцинопрофилактики, что свидетельствует о чрезвычайной актуальности указанных исследований в век глобальной технизации мировой цивилизации.

Выявленные изменения эпидемиологических и клинических проявлений инфекционных болезней на современном этапе развития цивилизации определяются, с одной стороны, экологически обусловленными нарушениями гомеостаза макроорганизма, а с другой – изменениями биологических свойств самих микроорганизмов. При этом, как отмечают В.И. Покровский и Н.И. Брико [11], изменение свойств возбудителей инфекционных болезней (как фактор ускорения эволюции инфекционных болезней) в настоящее время идёт особенно быстрыми темпами.

Относительно широко изученной стороной влияния экологических факторов окружающей среды на биологические свойства микроорганизмов является отношение к антимикробным препаратам, к которым возбудители патогенных и условно патогенных возбудителей заболеваний приобретают множественную устойчивость.

Весьма демонстративным примером этого явления является описанный нами феномен для возбудителей острых кишечных инфекций установленной этиологии (ОКИУЭ) при сравнительной оценке штаммов микроорганизмов, выделенных в городах Ангарске и Иркутске [7]. Анализ устойчивости возбудителей ОКИУЭ к 12 лекарственным препаратам показал, что в городе с неблагоприятным экологическим фоном (Ангарск) антибиотикорезистентность практически ко всем антибиотикам находится на значительно более высоком уровне ($p < 0,01$) по сравнению с территорией сравнения, находящейся от него в непосредственной близости (Иркутск). Изучение фенотипического профиля возбудителей острых кишечных инфекций показало, что культуры микроорганизмов от больных ОКИУЭ из Ангарска обладали преимущественно фенотипами резистентности к 11–12 препаратам, а из Иркутска – к 6–11 антибиотикам. В этот же период времени минимальный спектр резистентности имел место в городе со значительно менее выраженным антропогенным прессингом (Якутск), где преобладали штаммы бактерий с фенотипами лекарственной устойчивости лишь к 1–4 антибиотикам.

Развитие множественной антибиотикоустойчивости под влиянием экологического прессинга выявлено в отношении и многих других возбудителей инфекционных заболеваний. На территориях с высоким уровнем загрязнения имеет место рост частоты суммарной резистентности микробактерий туберкулёза с одновременным снижением доли чувствительных штаммов возбудителя, увеличение частоты встречаемости возбудителей острых кишечных инфекций, обладающих ассоциированной и перекрёстной устойчивостью к антимикробным препаратам, и

соответственно увеличение доли штаммов с фенотипом устойчивости к широкому спектру антибиотиков, рост антибиотикоустойчивости возбудителей внутрибольничных инфекций, шигелл, сальмонелл и т. д. [17–19].

На территориях экологического неблагополучия выявлены существенно важные с клинической точки зрения изменения биологических свойств возбудителей инфекционных заболеваний. Загрязнение среды обитания человека может способствовать усилению персистентного потенциала микроорганизмов (антилизоцимная, антикомплемментарная, антиинтерфероновая активность), циркулирующих на территории с высоким уровнем антропогенной нагрузки. Указанные факторы персистенции, направленные на инактивацию защитных механизмов хозяина, создают основу резидентного бактерионосительства. Исследованиями О.В. Бухарина и соавт. [20, 21] установлено наличие прямой корреляционной связи между уровнем бактерионосительства и загрязнением окружающей среды. В значительной степени это является одним из проявлений нарушения сложившихся равновесных отношений между макро- и микроорганизмами, вызванного антропогенным загрязнением окружающей среды и способствующего росту инфекционной патологии [22].

Таким образом, в настоящее время возникает необходимость следить за изменчивостью свойств штаммов, являющихся возбудителями инфекционных заболеваний, а также бактерий, входящих в различные ценозы человека. Эти изменения, выражающиеся в увеличении резистентности к антибактериальным препаратам и антропогенным факторам загрязнения окружающей среды (дезинфектанты, пестициды), в изменении степени патогенности придают возбудителям преимущества для широкого распространения и отражаются на этиологической структуре заболеваемости и особенностях эпидемического процесса [23]. Следовательно, в биоценозах наблюдается формирование изменённых биологических свойств у «классических» видов возбудителей инфекций, которые, приспосабливаясь к трансформирующимся условиям существования, способны изменять течение инфекционного процесса, способствуя в том числе образованию микст-форм и коморбидной патологии. В результате такой эволюции эпидемический процесс некоторых инфекционных болезней с одинаковым (например, фекально-оральным) механизмом передачи возбудителей и в одинаковых социально-экономических условиях протекает по-разному, что, несомненно, может быть связано с биологическими свойствами возбудителей. Образно говоря, если механизм передачи определяет общий ход («стратегические» явления) эпидемического процесса, то биологические свойства возбудителя обуславливают его детали – «тактические» изменения [11].

Тем не менее завершить приведённый анализ следует следующим обобщением. Несмотря на всю свою многогранность, эпидемический процесс представляет собой единую неразрывную общность, и при современном уровне развития науки во многих случаях весьма сложно вычленивать, на какую из двух его основных составляющих (возбудитель или макроорганизм) оказывает своё основополагающее влияние экологический фактор, к которому человек (как хозяин в паразитарной системе ЭП) не адаптирован. Соответственно этому не всегда можно однозначно определить, какой из этих изменённых сочленов ЭП в боль-

шей (или в меньшей) степени оказывает влияние на проявления инфекционной патологии на организменном и/или популяционном уровнях. Истина же, как всегда, «находится посередине», и оценивать это влияние в большинстве случаев необходимо комплексно.

Заключение

Представленный материал позволяет сделать обобщающий вывод об усилении экологической составляющей в деградации природной среды и ухудшении здоровья населения. На популяционном уровне это проявляется в формировании нового активного фактора риска, способствующего современной эволюции эпидемического процесса, а именно техногенного загрязнения окружающей среды, являющегося проявлением научно-технического прогресса, тесно связанного с процессами глобализации.

Более частные выводы могут быть сведены к следующим основным положениям:

- техногенное загрязнение окружающей среды является самостоятельным фактором риска в развитии инфекционного, эпидемического и вакцинального процессов;
- негативное воздействие экологического прессинга на клинко-эпидемиологические проявления инфекционных заболеваний реализуются в дестабилизации ЭП, утяжелении инфекционного процесса, а также в снижении иммунологической и эпидемиологической эффективности вакцинопрофилактики, особенно у детского населения, привитого согласно существующему календарю.

Выявленные особенности в клинко-эпидемиологических проявлениях эпидемического процесса необходимо учитывать при формировании групп риска и выборе терапии при инфекционных заболеваниях у населения, проживающего и (или) работающего в условиях экологического неблагополучия, а также при выборе стратегии вакцинопрофилактики у детей промышленных регионов.

Ни в коей мере не преувеличивая значимость рассматриваемого фактора риска в ряду других социальных факторов, следует всё же отметить основные особенности, присущие именно данной детерминанте ЭП:

1. В человеческой популяции отсутствуют приспособительные реакции к загрязнению окружающей среды чужеродными химическими соединениями, к которым человек (как хозяин в паразитарной системе) не адаптирован, при этом в процессе циркуляции по пищевым цепям эти соединения могут трансформироваться в значительно более токсичные соединения по сравнению с исходными веществами.

2. Изученные на сегодняшний день социальные и природные условия могут в разной мере угнетать или активизировать развитие ЭП. Техногенное же загрязнение окружающей среды в равной степени действует на все сочлены паразитарной системы эпидемического процесса, оказывает негативное воздействие на систему «хозяин – паразит» и проявляется в утяжелении инфекционного процесса (организменный уровень), а также в дестабилизации эпидемического процесса и снижении иммунологической и эпидемиологической эффективности вакцинопрофилактики (популяционный уровень).

Литература

1. Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И. Окружающая среда и здоровье: приоритеты профилактической медицины. *Гигиена и санитария*. 2014; 93 (5): 5–10.
2. Симонова И.Н., Антонюк М.В. Роль техногенного загрязнения воздушной среды в развитии бронхолегочной патологии. *Здоровье. Медицинская экология. Наука*. 2015; 1 (59): 14–20.
3. Вялков А.И., Бобровницкий И.П., Рахманин Ю.А., Разумов А.Н. Пути совершенствования организации здравоохранения в условиях растущих экологических вызовов безопасности жизни и здоровью населения. *Российский журнал восстановительной медицины*. 2017; 1: 24–41.
4. Рахманин Ю.А., Леванчук А.В., Копытенкова О.И. Совершенствование системы социально-гигиенического мониторинга территорий крупных городов. *Гигиена и санитария*. 2017; 96 (4): 298–301.
5. Савилов Е.Д., Колесников С.И., Красовский Г.Н. *Инфекция и техногенное загрязнение: подходы к управлению эпидемическим процессом*. Новосибирск: Наука; 1996. 192 с.
6. Савилов Е.Д., Ильина С.В., Брико Н.И. Проявления инфекционной заболеваемости в условиях экологического неблагополучия. *Эпидемиология и инфекционные болезни*. 2009; 5: 34–8.
7. Савилов Е.Д., Ильина С.В. *Инфекционная патология в условиях техногенного загрязнения окружающей среды: клинко-эпидемиологические исследования*. Новосибирск: Наука; 2010. 247 с.
8. Савилов Е.Д. Эволюция эпидемического процесса в современных условиях. *Вестник РАМН*. 2011; (3): 14–8.
9. Савилов Е.Д., Анганова Е.В., Степаненко Л.А., Ильина С.В. Техногенное загрязнение окружающей среды и здоровье населения: анализ ситуации и прогноз. *Гигиена и санитария*. 2016; (6): 507–12.

10. Брико Н.И., Покровский В.И. Глобализация и эпидемический процесс. *Эпидемиология и инфекционные болезни*. 2010; (4): 4–10.
11. Покровский В.И., Брико Н.И. Инфекционные болезни в эпоху глобализации. *Вестник РАМН*. 2010; (11): 6–11.
12. Брико Н.И., Онищенко Г.Г., Покровский В.И. *Руководство по эпидемиологии инфекционных болезней (в 2 т.)*. М.: МИА; 2019. 1648 с.
13. Савилов Е.Д., Колесников С.И., Брико Н.И. Коморбидность в эпидемиологии – новый тренд в исследованиях общественного здоровья. *ЖМЭИ*. 2016; (4): 66–75.
14. Шкарин В.В., Благодарова А.С. *Эпидемиологические особенности сочетанных инфекций*. Н. Новгород: НГМА; 2017.
15. Feinstein A.R. Pre-therapeutic classification of co-morbidity in chronic disease. *J Chron Dis*. 1970; 23 (7): 455–68.
16. Верткин А.Л., Румянцев М.А., Скотников А.С. Коморбидность. *Клиническая медицина*. 2012; 90 (10): 4–11.
17. Владимиров Н.И. *Эпидемиология внутрибольничных инфекций (концепция санитарно-эпидемиологического надзора)*. Иркутск: РИО ГУ НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН; 2003.
18. Савилов Е.Д., Семечкина В.С., Зоркальцева Е.Ю., Астафьев В.А., Ленский Е.В. *Эпидемиологические и клинические проявления туберкулеза в условиях техногенного загрязнения окружающей среды*. Иркутск: РИО ГБОУ ДПО ИГМАПО; 2012. 124 с.
19. Рахманин Ю.А., Иванова Л.В., Артемова Т.З., Загайнова А.В., Гипп Е.К., Недачин А.Е. и соавт. Жизнедеятельность микроорганизмов и паразитарных патогенов в условиях химического загрязнения воды поверхностных водоёмов. *Гигиена и санитария*. 2017; 96 (10): 956–60.
20. Бухарин О.В., Усвятцов Б.Я. *Бактерионосительство (медико-экологический аспект)*. Екатеринбург: УрО РАН; 1996. 206 с.
21. Бухарин О.В., Зверев А.Ф., Капашова О.Л., Киргизова С.Б. Прогнозирование развития болезней органов дыхания у детей, проживающих на техногенно загрязнённых территориях. *Гигиена и санитария*. 2010; 6: 76–8.
22. Бухарин О.В., Литвин В.Ю. *Патогенные бактерии в природных экосистемах*. Екатеринбург: УрО РАН; 1997. 277 с.
23. Гусева Т.М., Евдокимова О.В., Канина И.В. Микроорганизмы – биологические индикаторы безопасности объектов внешней среды. *Научная жизнь*. 2017; 11: 120–7.

References

1. Rakhmanin Yu.A., Mikhaylova R.I. Environment and health: priorities of preventive medicine. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2014; 93 (5): 5–10. (in Russian)
2. Simonova I.N., Antonyuk M.V. Role of technogenic pollution of the air environment in development of bronchopulmonary pathology. *Zdorov'e. Meditsinskaya ekologiya. Nauka*. 2015; 1 (59): 14–20. (in Russian)
3. Vyalkov A.I., Bobrovnikskiy I.P., Rakhmanin Yu.A., Razumov A.N. Ways of improvement of the organization of health care in the conditions of the growing environmental challenges of safety of life and to health of the population. *Rossiyskiy zhurnal vosstanovitel'noj mediciny. [Russian Journal of Rehabilitation Medicine]*. 2017; 1: 24–41. (in Russian)
4. Rakhmanin Yu.A., Levanchuk A.V., Kopytenkova O.I. Improvement of a system of social and hygienic monitoring of territories of the large cities. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2017; 96 (4): 298–301. (in Russian)
5. Savilov E.D., Kolesnikov S.I., Krasovskiy G.N. *Infection and technogenic pollution: approaches to management of epidemic process [Infektsiya i tekhnogennoye zagryazneniye: podkhody k upravleniyu epidemicheskim protsessom]*. Novosibirsk: Nauka; 1996. 192 p. (in Russian)
6. Savilov E.D., Il'ina S.V., Briko N.I. Manifestations of infectious incidence in the conditions of ecological trouble. *Epidemiologiya i infektsionnye bolezni*. 2009; 5: 34–8. (in Russian)
7. Savilov E.D., Il'ina S.V. *Infectious pathology in the conditions of technogenic environmental pollution: kliniko-epidemiological researches [Infektsionnaya patologiya v usloviyakh tekhnogennogo zagryazneniya okruzhayushchey sredy: kliniko-epidemiologicheskiye issledovaniya]*. Novosibirsk: Nauka; 2010. 247 p. (in Russian)
8. Savilov E.D. Evolution of epidemic process in modern conditions. *Vestnik RAMN*. 2011; (3): 14–8. (in Russian)
9. Savilov E.D., Anganova E.V., Stepanenko L.A., Il'ina S.V. Technogenic environmental pollution and health of the population: analysis of a situation and forecast. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2016; (6): 507–12. (in Russian)
10. Briko N.I., Pokrovskiy V.I. Globalization and epidemic process. *Epidemiologiya i infektsionnye bolezni*. 2010; (4): 4–10. (in Russian)
11. Pokrovskiy V.I., Briko N.I. Infectious diseases during a globalization era. *Vestnik RAMN*. 2010; (11): 6–11. (in Russian)
12. Briko N.I., Onishchenko G.G., Pokrovskiy V.I. *The guide to epidemiology of infectious diseases (in 2 volumes) [Rukovodstvo po epidemiologii infektsionnykh bolezney (v 2 t.)]*. Moscow: MIA; 2019. 1648 p. (in Russian)
13. Savilov E.D., Kolesnikov S.I., Briko N.I. Comorbidity in epidemiology – a new trend in researches of public health. *ZhMEI*. 2016; (4): 66–75. (in Russian)
14. Shkarin V.V., Blagodarova A.S. *Epidemiological features of the combined infections [Epidemiologicheskiye osobennosti sochetannykh infektsiy]*. Nizhny Novgorod: NGMA; 2017. (in Russian)
15. Feinstein A.R. Pre-therapeutic classification of co-morbidity in chronic disease. *J Chron Dis*. 1970; 23 (7): 455–68.
16. Vertkin A.L., Rummyantsev M.A., Skotnikov A.S. Comorbidity. *Klinicheskaya meditsina*. 2012; 90 (10): 4–11.
17. Vladimirov N.I. *[Epidemiologiya vnutribol'nichnykh infektsiy (konseptsiya sanitarno-epidemiologicheskogo nadzora)]*. Irkutsk: RIO GU NTs RVKh VSNTs SO RAMN; 2003. (in Russian)
18. Savilov E.D., Semechkina V.S., Zorkal'tseva E.Yu., Astaf'ev V.A., Lenskiy E.V. *Epidemiological and clinical manifestations of tuberculosis in the conditions of technogenic environmental pollution [Epidemiologicheskiye i klinicheskiye proyavleniya tuberkuleza v usloviyakh tekhnogennogo zagryazneniya okruzhayushchey sredy]*. Irkutsk: RIO GBOU DPO IGMAPO; 2012. 124 p. (in Russian)
19. Rakhmanin Yu.A., Ivanova L.V., Artemova T.Z., Zagaynova A.V., Gipp E.K., Nedachin A.E. et al. Activity of microorganisms and parasitic pathogens in the conditions of chemical pollution of water of superficial reservoirs. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2017; 96 (10): 956–60. (in Russian)
20. Bukharin O.V., Usvyatsov B.Ya. *Bacterial carriage (medico-ecological aspect) [Bakterionositel'stvo (mediko-ekologicheskiiy aspekt)]*. Ekaterinburg: UrO RAN; 1996. 206 p. (in Russian)
21. Bukharin O.V., Zverev A.F., Kaptashova O.L., Kirgizova S.B. Forecasting of development of diseases of respiratory organs in the children living on technogenically polluted territories. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2010; 6: 76–8. (in Russian)
22. Bukharin O.V., Litvin V.Yu. *Pathogenic bacteria in natural ecosystems [Patogennyye bakterii v prirodnykh ekosistemakh]*. Ekaterinburg: UrO RAN; 1997. 277 p. (in Russian)
23. Guseva T.M., Evdokimova O.V., Kanina I.V. Microorganisms are biological indicators of safety of objects of the external environment. *Nauchnaya zhizn'*. 2017; 11: 120–7. (in Russian)