

Б. А. РЕВИЧ, С. Л. АВАЛИАНИ, Г. И. ТИХОНОВА

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭПИДЕМИОЛОГИЯ

Под редакцией Б. А. РЕВИЧА

Допущено

*Министерством образования Российской Федерации
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальности 013100 «Экология»*

УДК 616-036.22(075.8)

ББК 51.9я73

P32

Авторы:

Б. А. Ревич (предисловие, гл. 1, 2, 4, 6—16);

С. Л. Авалиани (гл. 3, 5); *Г. И. Тихонова* (гл. 4)

Рецензенты:

руководитель отдела Государственного научного центра профилактической
медицины Минздрава России, д-р мед. наук *И. Н. Ильченко*;

профессор географического факультета МГУ, д-р геогр. наук, член учебно-
методического объединения университетов по экологии и географии

С. М. Малхазова;

гл. технический инспектор Федерации независимых профсоюзов России
по вопросам экологии, канд. мед. наук *Н. А. Хелковский-Сергеев*

Ревич Б. А.

P32 Экологическая эпидемиология: Учебник для высш. учеб.
заведений / Б. А. Ревич, С. Л. Авалиани, Г. И. Тихонова; Под
ред. Б. А. Ревича. — М.: Издательский центр «Академия»,
2004. — 384 с.

ISBN 5-7695-1848-0

Рассмотрены основные понятия и методы экологической эпидемиологии — дисциплины, изучающей количественные причинно-следственные связи между неблагоприятными факторами окружающей среды и показателями состояния здоровья населения. Показано, как из причин (факторов окружающей среды) возникает следствие (изменение показателей здоровья населения) и как, анализируя индикаторы здоровья, можно определить количественный вклад экологических факторов.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Экология». Может быть рекомендован студентам, обучающимся по специальностям «Природопользование», «Промышленная экология», «Гео-экология», а также студентам высших медицинских учебных заведений.

УДК 616-036.22(075.8)

ББК 51.9я73

© Ревич Б. А., Авалиани С. Л., Тихонова Г. И., 2004

© Образовательно-издательский центр «Академия», 2004

© Оформление. Издательский центр «Академия», 2004

ISBN 5-7695-1848-0

ПРЕДИСЛОВИЕ

Экологическая эпидемиология — научная дисциплина, изучающая влияние неблагоприятных факторов окружающей среды на различные показатели здоровья взрослого и детского населения, такие как заболевания органов дыхания и сердечно-сосудистой системы, нарушения репродуктивного здоровья и эндокринного статуса и др.

В учебнике рассмотрены главные понятия экологической эпидемиологии, методы оценки риска. Даны основы оценки качества различных компонентов окружающей среды (атмосферного воздуха, воздуха помещений, питьевой воды, почв), продуктов питания, а также оценки опасности воздействия неблагоприятных химических и физических факторов. Более подробно описаны те факторы, которые в настоящее время представляют наибольшую опасность для здоровья человека. Это мелкодисперсные взвешенные частицы, тяжелые металлы, стойкие органические загрязнители, в том числе диоксины, побочные продукты хлорирования воды, радон, электромагнитные поля.

Подробно рассмотрены различные экологически обусловленные изменения здоровья населения — злокачественные новообразования, нарушения репродуктивного здоровья и эндокринного статуса. Большое внимание уделено особенностям воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды на состояние здоровья детей.

В учебник включены и новые актуальные направления — оценка негативных последствий изменения климата на здоровье, оценка информативности индикаторов негативных последствий воздействия загрязненной окружающей среды на здоровье населения.

Авторы будут благодарны за критические замечания и предложения.

ВВЕДЕНИЕ

Проблемой сохранения здоровья и долголетия люди занимаются с глубокой древности. Еще в Древней Индии, Китае, Египте, античной Греции сформировались те основные правила, которые мы теперь называем здоровым образом жизни. Основоположником европейской медицины был Гиппократ. Его фундаментальные труды «О воздухе, воде и почве», «О здоровом образе жизни» и другие актуальны и сегодня.

Первые законодательные акты, направленные на уменьшение загрязнения атмосферного воздуха и предотвращение связанных с этим заболеваний, были изданы в Англии. Король Эдвард I в конце XIII в. запретил сжигание бурого угля в Лондоне, так как при этом «распространялось невыносимое и стойкое зловоние, воздух на больших территориях оказывался загрязненным, вызывая постоянное раздражение у прелатов, магнатов и горожан, нанося непоправимый ущерб их здоровью».

В России защита от эпидемий таких особо опасных инфекций, как чума, существовала еще во времена древних славян. В XI в. в Великом Новгороде были построены водопроводные сооружения. Профессионально медики начали заниматься вопросами защиты от эпидемий в XVII в. Тогда были созданы пограничные карантинные пункты с целью предотвращения распространения инфекционных заболеваний и появились законодательные акты «О мерах против распространения чумы и других «прилипчивых» болезней». С XVIII в. губернаторам и воеводам вменялось в обязанность сообщать в столицу о случаях эпидемических заболеваний, а в 1808 г. врач М. Я. Мудров ввел в университетскую программу гигиену как самостоятельную дисциплину.

В 1873 г. в Московской губернии была образована врачебная комиссия, занимавшаяся анализом причин заболеваемости населения, в частности инфекционными заболеваниями. Вскоре после создания земств были предприняты попытки придать нарождавшейся земской медицине общественно-гигиенический санитарный характер.

В 60—70-е гг. XIX в. в некоторых губерниях России все более определенно стали высказываться мнения о необходимости введения должности врача-гигиениста в Центре земской медицины. В этом, бесспорно, сказалось влияние лидера русской медицины

Н. И. Пирогова, который говорил: «Я верю в гигиену. Вот где заключается истинный прогресс нашей науки. Будущее принадлежит медицине предохранительной».

Гигиеническая наука начала интенсивно развиваться в Санкт-Петербурге во главе с проф. А. П. Доброславиным и в Москве под руководством Ф. Ф. Эрисмана.

В начале XX в. в обязанности санитарного врача входило руководство санитарным надзором и контроль за исполнением обязательных санитарных постановлений. Он должен был осуществлять надзор за промышленными заведениями и зданиями, в том числе рассматривать планы вновь открываемых и перестраиваемых фабрик, заводов и других промышленных предприятий и подавать заключения о них в уездную управу, проверять, соответствуют ли построенные предприятия утвержденным планам, участвовать в выборе мест и проектов строящихся школ, больниц, приютов, а затем контролировать их санитарное состояние, а также заниматься исследовательской работой.

На основании анализа санитарно-статистических материалов и демографических данных выбирали направления проведения специальных исследований — определение наиболее вредных условий труда и быта, особо неблагоприятных в санитарном отношении местностей и населенных пунктов, для выработки мер по их оздоровлению. К 1913 г. в России уже работало 230 санитарных врачей. В Москве, Санкт-Петербурге, Орле, Ростове-на-Дону стали функционировать бактериологические и санитарные лаборатории, в Москве и Подольске появились должности врачей-эпидемиологов.

После революции в России вспыхнули эпидемии холеры, брюшного и сыпного тифа. Для борьбы с ними был создан и внедрен комплекс противоэпидемических мероприятий, организовано производство вакцин и сывороток. В 1918 г. в составе Министерства здравоохранения образовался санитарно-эпидемиологический отдел, а в 1921 г. создана государственная санитарная служба и приняты законы, направленные на борьбу с инфекционными заболеваниями («О мерах по сыпному тифу», «О мерах по борьбе с эпидемиями», «Об обязательном оспопрививании» и др.).

В эти годы наиболее интенсивно развивалась сеть институтов и профилактических медицинских учреждений по борьбе с инфекционными заболеваниями. В 1918—1919 гг. в Москве, Петрограде, Перми и Ставрополе открылись Институты вакцин и сывороток, в Саратове — противочумный институт «Микроб», в 1920 г. был создан Центральный институт малярии (ныне — Институт медицинской паразитологии им. Е.Н.Марциновского), в дальнейшем в Москве появились Институт эпидемиологии, Институт вирусологии, Институт полиомиелита, Институт туберкулеза и многие другие. Крупнейшие отечественные эпидемиологи разработали

учение о закономерностях связи эпидемического процесса с природно-климатическими факторами. Развитие экологического направления в эпидемиологии, т.е. исследование зависимости биологических особенностей возбудителя и переносчиков инфекций от состояния окружающей их природной среды, привело к созданию оригинальной эпидемиологической теории избирательности главных путей передачи и неравнозначности различных форм такого инфекционного заболевания, как дизентерия. Изучение особенностей эпидемиологии отдельных инфекционных заболеваний позволило оценить и роль загрязнения окружающей среды как фактора риска их возникновения.

Одновременно с развитием эпидемиологической науки расширялась сеть гигиенических институтов, основной задачей которых были вопросы гигиенического нормирования и изучения неблагоприятных факторов среды обитания. Первый такой институт был создан в 1921 г. в Москве, в 1924 г. — в Ленинграде, в 1929 г. — в Нижнем Новгороде. Впоследствии Институты гигиены открылись в Новосибирске, Саратове, Самаре, Новокузнецке, Иркутске, Екатеринбурге. В 1930 г. был организован Институт питания, ученые которого занимаются вопросами нормирования содержания вредных веществ в продуктах питания.

По мере индустриализации страны и, следовательно, возникновения проблем загрязнения окружающей среды интенсифицировались работы в области гигиены окружающей среды. В Институтах гигиены разрабатывался комплекс гигиенических нормативных документов по водоснабжению, очистке территорий, жилищному строительству и т. д. Вышел в свет многотомный справочник «Вредные вещества в промышленности». Интенсивное развитие военно-промышленного комплекса привело к созданию специализированного 3-го Главного Управления при Министерстве здравоохранения СССР (ныне Федеральное управление медико-биологических и экстремальных проблем при Минздраве России). Это управление объединило научно-исследовательские, лечебные и профилактические учреждения, работающие с предприятиями ядерно-энергетического, ядерно-оружейного комплексов, атомного судостроения, специальной химии, предприятий ракетно-космического комплекса. Исследования в области экологического здоровья в этом направлении проводят ученые Институты биофизики (Москва, Санкт-Петербург, Ангарск), иммунологии (лаборатория экологической иммунологии), промышленной и морской медицины (Санкт-Петербург), гигиены, профпатологии и экологии человека (Санкт-Петербург, Волгоград), Институты радиационной медицины (Обнинск, Челябинск) и других научных учреждений. В этих институтах осуществляют исследования по определению влияния факторов производственной среды (шума, вибрации, микроклимата, электромагнитных излучений, химических

веществ) на здоровье производственного персонала с учетом отдаленных последствий (развития онкологических заболеваний, нарушения течения беременности и родов, появления врожденных пороков развития, сбоев в наследственном аппарате).

На основании результатов этих исследований устанавливают пороговые значения, характеризующие действие вредных факторов на организм лабораторных животных и человека. Они служат основой для определения безопасных уровней воздействия и предельно допустимых концентраций.

В гигиенических институтах и на кафедрах гигиены других научно-исследовательских институтов были выполнены успешные разработки в области профилактической токсикологии, в результате чего пришли к созданию системы гигиенических нормативов для атмосферного воздуха, питьевой воды и продуктов питания. Первый советский стандарт качества воды 1937 г. стал первым подобным стандартом в Европе и вторым в мире, после США. В 1949 г. проф. В. А. Рязанов сформулировал критерии качества атмосферного воздуха, и в 1952 г. появились первые нормативы для монооксида углерода, а далее и для пыли сероводорода.

Огромный опыт большого числа исследователей в области гигиены атмосферного воздуха был обобщен в монографии М. С. Гольдберга (1948) «Санитарная охрана атмосферного воздуха», Руководствах по гигиене атмосферного воздуха (1976) и по гигиене водоснабжения (1975).

Российские токсикологи работают в тесном сотрудничестве с Всемирной организацией здравоохранения, специалистами из стран Восточной Европы и других стран.

В 1996—1998 гг. были созданы мощные базы мировых токсикологических данных в Московской медицинской академии, НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина, в Российском Регистре потенциально опасных химических и биологических веществ.

В 2002 г. были опубликованы подготовленный ведущими токсикологами страны фундаментальный труд «Общая токсикология» и монография «Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

Одновременно с токсикологическими работами развиваются исследования в области экологической эпидемиологии. В 1950-е гг. в мире экологическая эпидемиология обратилась к изучению количественных зависимостей между неблагоприятными факторами окружающей среды и их воздействием на здоровье человека. Причиной этого явилась серия тяжелейших ситуаций сначала в 1948 г. в г. Донора (США), когда в результате загрязнения атмосферного воздуха заболело 14 тыс. чел. и из них 20 умерло, а затем в Лондоне в 1952 г., где погибло 4 тыс. чел. и заболело более 20 тыс. из-за воздействия смога. В Лос-Анджелесе в результате взаимодействия

оксидов азота с углеводородами под действием интенсивной солнечной радиации было обнаружено явление фотохимического смога, приведшего к значительному повышению концентрации озона и других фотооксидантов в воздухе.

В эти же годы впервые были идентифицированы собственно «экологические» заболевания, в возникновении которых основную роль сыграло поступление в организм с продуктами питания или с водой избыточных количеств токсикантов. Это болезнь Минимата, связанная с загрязнением ртутьсодержащими промышленными стоками морской и речной фауны; Итай-Итай, обусловленная поливом рисовых полей водой, загрязненной сточными водами, содержащими кадмий; Черная пятая и рак кожи, явившиеся результатом использования питьевой воды с высоким содержанием мышьяка.

Возможно, что и в СССР имелись «экологические» заболевания. Однако не существует однозначного мнения относительно того, какие именно факторы окружающей среды были причиной таких явлений, как массовое облысение детей в г. Черновцы (Украина) и в районе Силумяэ (Эстония), рождение «желтых» детей в Алтайском крае.

До начала перестройки информация о загрязнении окружающей среды и факторах, воздействующих на состояние здоровья населения, была закрыта. В журналах появлялись анонимные сообщения типа: «В атмосферном воздухе города N содержатся повышенные количества некоторых вредных веществ» и т. п. Население было лишено информации о состоянии окружающей среды, и даже о Чернобыльской катастрофе было сообщено не сразу.

В научных публикациях о гигиене окружающей среды приводились данные в основном иностранных, а не российских авторов. После начала перестройки в открытой печати стали мелькать сообщения об изменениях состояния здоровья населения, связанных с загрязнением окружающей среды в России. Издание в США, а затем и в России в 1992 г. книги М. Фешбаха и А. Фрэндли «Экоцид в СССР. Здоровье и природа на осадном положении»^{*} стимулировало подготовку и выпуск в 1994 г. по инициативе А. В. Яблокова (бывшего в то время советником Президента РФ по вопросам экологии) первого открытого обобщающего доклада о влиянии загрязнения окружающей среды на здоровье населения «Здоровье населения и химическое загрязнение окружающей среды в России»^{**}.

В дальнейшем появились публикации Б. А. Ревича и других авторов о состоянии здоровья населения в связи с воздействием

^{*} Фешбах М., Фрэндли А. Экоцид в СССР. Здоровье и природа на осадном положении. — М.: ПО «Биотехнология», 1992. — 308 с.

^{**} Здоровье населения и химическое загрязнение окружающей среды в России. — М.: Центр экологической политики России, 1994. — 98 с.

загрязненной окружающей среды в различных регионах России и другие издания*. Эти вопросы также частично описаны в учебниках по гигиене и экологии человека. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 № 52-ФЗ (ред. от 01.07.2002) обеспечил законодательную основу регулирования общественных отношений в этой области. Вопросы экологического здоровья частично затронуты и в постановлении Правительства РФ «Об утверждении положения о социально-гигиеническом мониторинге» от 01.06.2002 № 426 (ред. от 29.04.02). С 1996 г. в России начал реализовываться ряд международных эколого-эпидемиологических проектов, которые способствовали развитию этого направления в стране. Кроме того, в рамках проекта Всемирного банка по управлению качеством окружающей среды более 200 чел. прошли обучение в области экологической эпидемиологии.

Международные эколого-эпидемиологические проекты направлены на изучение влияния последствий загрязнения окружающей среды никелем и другими веществами на здоровье населения Кольского полуострова, диоксидами — в г. Чапаевске Самарской области и г. Шелехове Иркутской области, свинцом — в ряде городов Свердловской области, последствий воздействия радиации в результате Чернобыльской катастрофы в Брянской, Тульской и Калужской областях, катастрофы на предприятии «Маяк» в ряде населенных пунктов Челябинской и Свердловской областей.

Значительным сдвигом в улучшении качества медицинской информации, используемой в эколого-эпидемиологических исследованиях, может стать создание регистров, т. е. специальной базы данных о злокачественных новообразованиях и врожденных пороках развития. Такие регистры согласно приказу Минздрава России должны быть созданы в различных регионах России. Они позволят получать детальную информацию о возрасте, профессии, трудовом стаже, месте жительства, наличии заболеваний у родственников и других показателях, которые в дальнейшем могут быть использованы в эколого-эпидемиологических исследованиях.

* Ревич Б. А., Гурвич Е. Б., Прохоров Б. Б. Региональные и локальные проблемы химического загрязнения окружающей среды и здоровья населения. — М.: Евразия, 1995. — 203 с.; Ревич Б. А. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения. Введение в экологическую эпидемиологию: Учеб. пособие. — М.: МНЭПУ, 2001. — 264 с.; Ревич Б. А. Об особенностях эколого-эпидемиологического изучения специфических экологических обусловленных изменений состояния здоровья населения // Гигиена и санитария. — 2001. — № 5. — С. 49—53. Экология человека: Учеб. пособие. — М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. — 440 с.; Экология и здоровье детей / Под ред. М. Я. Студеникина, А. А. Ефимовой. — М.: Медицина, 1998. — 384 с.; Гичев Ю. П. Современные проблемы экологической медицины. — Новосибирск: Изд-во СО РАМН. — 1996. — 174 с.; Зайцева Н. В., Аверьянова Н. И., Кориюкина И. П. Экология и здоровье детей Пермского региона. — Пермь, 1997. — 147 с.; Экология человека на урбанизированных сельских территориях / Под ред. Н. Н. Верещагина, В. М. Боева. — Оренбург, 2003. — 392 с.

ЧАСТЬ I

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭПИДЕМИОЛОГИИ И ОЦЕНКИ РИСКА

Глава 1

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭПИДЕМИОЛОГИИ

1.1. Основные понятия эпидемиологии

Эпидемиология — это медицинская дисциплина, изучающая закономерности возникновения и распространения заболеваний в человеческом обществе, а также меры по их предупреждению. До середины XX в. основным предметом эпидемиологии являлось изучение инфекционных заболеваний. С появлением новых знаний о других факторах риска для здоровья человека, таких как курение, несбалансированное питание, гиподинамия, загрязнение производственной и окружающей среды и т. п., возникла эпидемиология неинфекционных заболеваний. Методы эпидемиологии были использованы для изучения особенностей возникновения факторов риска и закономерностей развития главным образом злокачественных новообразований, а затем и других заболеваний — сердечно-сосудистых, алкоголизма, бронхиальной астмы, остеопороза и т. д. В 1950—1960 гг. было доказано отрицательное воздействие загрязнения окружающей среды на здоровье населения и заложены основы новой научной дисциплины — *экологической эпидемиологии*.

Эпидемиология инфекционных и паразитарных заболеваний. Инфекционные заболевания в зависимости от биологических свойств возбудителя подразделяются на собственно инфекционные и паразитарные (инвазионные). К собственно инфекционным заболеваниям относят болезни, вызываемые вирусами, микробами (бактериями, риккетсиями, спирохетами, хламидиями) и грибами, к паразитарным — болезни, вызываемые простейшими, гельминтами, членистоногими. Основу как инфекционных, так и паразитарных заболеваний составляет инфекция, т. е. взаимодействие паразита и хозяина.

Эпидемиология инфекционных болезней базируется в настоящее время на трех основных концепциях — учении о механизме переда-

чи возбудителей инфекции, разработанном И. В. Громашевским в 1940-е гг., учении о природной очаговости паразитарных болезней, созданном академиком Е. Н. Павловским в конце 1930-х гг., и социально-экологической концепции эпидемиологического процесса, автором которой является академик РАМН Б. Л. Черкасский.

Возникновение и распространение среди населения специфических инфекционных состояний (заболеваний или носительства*) получило название *эпидемического процесса*.

Массовое распространение инфекционного заболевания, значительно превышающее обычно регистрируемый уровень, называется *эпидемией*.

Учение о механизме передачи возбудителей инфекций базируется на законе паразитизма. Этот механизм является результатом эволюционного процесса приспособления микроорганизмов как к условиям существования в определенных видах биологических хозяев, так и к распространению в популяциях этих хозяев.

Механизм передачи — способ перемещения возбудителя инфекционной (паразитарной) болезни из зараженного организма в восприимчивый — включает в себя последовательную смену трех фаз (стадий):

1) выход (выведение) возбудителя из источника в окружающую среду;

2) временное пребывание возбудителя в абиотических или биотических объектах окружающей среды;

3) внедрение возбудителя в восприимчивый организм.

Различают несколько механизмов передачи возбудителей:

- инфекции дыхательных путей передаются аспирационным (аэрозольным, воздушно-капельным, воздушно-пылевым, аэрогенным, респираторным) путем;

- возбудители кишечных инфекций попадают в организм фекально-оральным путем. Такие возбудители локализуются преимущественно в кишечнике, что определяет их выведение из зараженного организма с фекалиями, мочой или с рвотными массами. Проникновение в организм происходит через рот, главным образом при заглатывании загрязненной воды или пищи. После этого паразит локализуется в пищеварительном тракте;

- возбудители кровяных инфекций передаются трансмиссивным путем, т. е. при укусе кровососущего насекомого или клеща;

- возбудители инфекций наружных покровов (кожи, слизистых оболочек) попадают в организм через инфицированные предметы, например почву, различные предметы обихода;

* Носительство (бактерионосительство, вирусоносительство, паразитоносительство и т. д.) — это сохранение в организме человека или животного и выделение в окружающую среду возбудителей инфекционной (паразитарной) болезни без клинически выраженного проявления заболевания.

- возбудители половых инфекций внедряются в организм при непосредственном контакте больного или носителя с восприимчивым человеком.

При *антропонозах**, резервуаром возбудителей которых является только человек, происходит последовательная передача возбудителей из организма зараженного человека — источника — в восприимчивый организм другого человека — реципиента, который, сам став в результате этого источником, в свою очередь передает возбудителя новым реципиентам и т. д.

При *зоонозах***, резервуаром возбудителей которых являются животные, но к которым восприимчив и человек, распространение может происходить только при передаче возбудителей от животного к человеку без последующего его распространения от заразившегося человека к другим восприимчивым людям. Однако известны инфекционные заболевания, которые, начавшись после контакта с больным животным, в дальнейшем распространяются от человека к человеку (чума, туберкулез и др.).

Кроме того, существует внутриутробный путь передачи возбудителя от матери к плоду (возбудители цитомегалии, токсоплазмоза, краснухи, герпеса и др.) или заражение в ходе родов (гонорея).

Все элементы окружающей среды, участвующие в передаче возбудителей от источника к восприимчивому организму, называются *факторами передачи*. К ним относятся вода, воздух, почва, пищевые продукты, предметы обихода и другие объекты, на которых могут оказаться возбудители, выделенные источником. Членистоногое, посредством которого осуществляется перенос (передача) возбудителя от источника к восприимчивому организму, называется *переносчиком* возбудителя.

В основе учения о *природной очаговости* инфекционных (паразитарных) болезней лежит феномен эволюционно сформировавшегося *природного очага болезни*, в котором циркуляция возбудителя в популяциях диких животных-хозяев осуществляется неопределенно долго и не зависит от вмешательства человека. Вначале это учение было сформулировано применительно к трансмиссивным инфекциям, возбудители которых циркулируют в природе по схеме животное — переносчик — животное (клещевой энцефалит, клещевой риккетсиоз, туляремия и т. д.), а затем распространено и на нетрансмиссивные (лептоспироз, бешенство и др.).

В *паразитарной системе* происходит взаимодействие популяции возбудителя-паразита с популяциями восприимчивых к болезни животных и переносчиков этого паразита («очаговая триада»). Па-

* *Антропонозы* — группа инфекционных и паразитарных заболеваний, возбудителем которых является только человек.

** *Зоонозы* — группа инфекционных и паразитарных заболеваний, резервуаром возбудителей которых являются животные, но восприимчив и человек.

разитарная система является вариантом *биоценоза* — саморегулирующейся биологической системы, включающей в себя совокупность взаимосвязанных популяций живых организмов постоянного видового состава, населяющих исторически сложившийся участок географического ландшафта с более или менее однородными условиями среды (*биотон*). Сочетание биоценоза и биотопа образует *биогеоценоз* — саморегулирующуюся территориальную (акваториальную) природную систему, состоящую из живых организмов и локальной среды их обитания, обменивающихся между собой информацией, энергией и веществом.

Существование природного очага обеспечивается непрерывностью эпизоотического процесса, который в свою очередь зависит от наличия определенной плотности восприимчивых животных и переносчиков, населяющих биотоп.

Инфекционные (паразитарные) болезни, функционирование возбудителей которых поддерживается за счет их циркуляции в природных очагах, получили название *природно-очаговых*.

Человек заражается природно-очаговой болезнью, попадая на территорию природного очага, в силу особенностей своего социального поведения. Он является случайным, временным, хозяином, как правило, биологическим тупиком для паразита. Заболевание человека природно-очаговыми болезнями напрямую связаны с определенным географическим ландшафтом, к которому приурочена локализация природного очага.

Социально-экологическая концепция эпидемического процесса основана на использовании системного подхода к анализу явлений, происходящих в природе и обществе. Согласно этому подходу любой изучаемый объект или процесс условно рассматривают как систему, состоящую из соподчиненных и взаимосвязанных компонентов — подсистем разных уровней. Компоненты системы объединены в целое, т. е. в единую систему, благодаря выполнению ею некоторой общей функции, не сводимой к сумме функций каждой из подсистем в отдельности. Каждая система является структурной (составной) частью системы более высокого уровня, т. е. ее подсистемой. В свою очередь каждая система более низкого уровня включает в себя подсистемы еще более низких уровней. В этом и состоит принцип иерархичности строения систем. Процессы, происходящие на разных уровнях, связаны между собой, влияют друг на друга и образуют целостную систему.

В современных условиях нашел подтверждение сформулированный еще в 1941 г. Л. В. Громашевским закон, согласно которому эпидемиология любой заразной болезни может изменяться, если в социальной жизни общества наступают перемены, способные воздействовать на эпидемический процесс. Без знания и учета законов исторического развития человечества невозможна правильная оценка этапов и тенденций эволюции инфекционных болезней.

Эволюция инфекционных болезней резко ускорилась. Современная эволюция эпидемического процесса отражает стабильное изменение основных его закономерностей (на данной территории или в глобальных масштабах) в сложившихся исторических условиях по сравнению с закономерностями, наблюдавшимися на более раннем этапе.

Воздействие социальных факторов, определяющих современную эволюцию эпидемического процесса, может быть косвенным или целенаправленным. *Косвенными* факторами эволюции эпидемического процесса являются исторические процессы, изменяющие жизнь общества. Это, например, социально-экономические преобразования, ухудшение качества окружающей среды. К *целенаправленным* факторам эволюции эпидемического процесса относятся меры по профилактике и борьбе с инфекционными болезнями (широкомасштабная иммунопрофилактика, мероприятия по регулированию численности резервуаров и переносчиков возбудителей инфекций и др.).

Особенности эпидемиологии некоторых инфекционных заболеваний в XX в. Инфекционные заболевания (брюшной и сыпной тиф, малярия, туберкулез) в первой половине XX в. занимали ведущее место в структуре общей заболеваемости и смертности населения. В значительной мере распространенность этих заболеваний зависела от социально-экономических условий. Так, в годы Гражданской войны брюшным тифом переболело 2,5 млн чел. Высокая заболеваемость брюшным тифом была обусловлена использованием примитивных систем водоснабжения и низким уровнем санитарной культуры. В тот же период от 10 до 25 млн чел. (по разным оценкам) переболело сыпным тифом, а сотни тысяч — умерло. Следующий подъем заболеваемости брюшным и сыпным тифом наблюдался во время Второй мировой войны.

В до- и послереволюционные периоды одним из наиболее распространенных заболеваний была малярия. Во время эпидемий от нее погибало до трети населения. Число заболевших малярией в начале XX в. достигало нескольких миллионов человек в год. К 1920 г. относится создание первой сети специализированных противомаларийных станций и проведение гидротехнических работ по уничтожению мест выплода комаров — переносчиков малярии.

До 0,5 млн чел. в год заболело и туберкулезом. В 1921 г. была опубликована Схема государственной борьбы с этим страшным заболеванием и зародилась отечественная фтизиатрическая служба. Это привело к значительному снижению числа заболеваний.

С середины XX в. в связи с применением вакцинации и антибиотиков в развитии инфекционной заболеваемости наступил перелом. Практически был ликвидирован полиомиелит, уровень смертности населения от туберкулеза в период с 1970 по 1992 г. снизился

в 2 раза, значительно сократилась заболеваемость брюшным тифом, вирусным гепатитом А, дизентерией, дифтерией, корью, скарлатиной.

Однако достигнутые в России результаты в последнее десятилетие XX в. стали весьма неустойчивыми, наметилась тенденция к росту инфекционной заболеваемости. Это было обусловлено многими причинами, и прежде всего кризисом системы здравоохранения, резким снижением уровня жизни, увеличением неорганизованных миграционных процессов, локальными военными конфликтами и т. д.

В 1992—1994 гг. возросла заболеваемость детей коклюшем и дифтерией, что было связано с уменьшением контингента привитых детей (из-за роста медицинских отводов от прививок АКДС-вакциной), а также с бесконтрольным применением антибиотиков. Увеличилась смертность детей от этих заболеваний.

Весьма неоднозначно сложилась ситуация и с особо опасными инфекциями, к которым относятся чума, холера, оспа. К возникновению холеры в конце XX в. привели рост миграционных потоков и новые возможности современных транспортных средств, перевозящих больных далеко за пределы эпидемического очага. За последние 30 лет спорадические заносные очаги и вспышки холеры были зарегистрированы в ряде областей Сибири, Приморского края, на Сахалине, где заболело более 100 чел. Из Монголии, Китая и стран Юго-Восточной Азии возможен занос чумы в Сибирь и на Дальний Восток.

Лечение туберкулеза является очень сложной проблемой. Существует гипотеза о том, что это заболевание было одним из основных факторов генетического отбора европеоидов. Систематический контакт человека с возбудителем туберкулеза возник 5 тыс. лет назад в процессе одомашнивания крупного рогатого скота. На протяжении последних пяти веков туберкулез был пандемичен в Западной Европе и Северной Америке. Пик эпидемии туберкулеза в Западной Европе и Северной Америке пришелся на XVII—XVIII вв., когда от этой болезни умирало практически 20 % взрослого населения белой расы. В процессе паразитирования у человека возбудитель видоизменялся и приобретал специфические свойства. Это в конечном счете привело к формированию нового вида возбудителя, которому свойственны высокая вирулентность и патогенность для человека и способность к воздушно-капельной передаче от человека к человеку.

В России за период с 1990 по 2001 г. число больных с впервые установленным диагнозом активного туберкулеза увеличилось в 2,6 раза, а число умерших — в 2,5 раза. Стремительный рост заболевания был вызван различными причинами, в том числе и такими общемировыми процессами, как появление возбудителей, устойчивых к лекарствам. Кроме того, из-за ухудшения медицин-

ского обслуживания в стране в 40 % случаев туберкулез выявляется в запущенной форме. Увеличивается и число заболевших туберкулезом в местах лишения свободы, среди лиц без определенных занятий и места жительства. Причинами этого являются ухудшение качества жизни россиян, локальные военные конфликты, миграция населения, в том числе из бедных азиатских регионов, снижение услуг фтизиатрической помощи. Всего на диспансерном учете в конце XX в. в России находилось около 400 тыс. чел. Определенную роль в развитии туберкулеза могут играть и неблагоприятные факторы окружающей среды, действие которых приводит к снижению иммунитета у человека.

Возвращающиеся и впервые выявленные инфекционные заболевания. Туберкулез, так же как и некоторые другие заболевания (малярия, холера, чума, дифтерия, вирусные гепатиты), относится к группе *возвращающихся инфекций*, т. е. тех, которые считали побежденными. Термин «возвращающиеся болезни» (*reemerging diseases*) ввел в обиход лауреат Нобелевской премии И. Ледерберг (I. Lederberg) в начале 1990-х гг.

Широкое применение антибиотиков и вакцин привело к резкому снижению заболеваемости многими инфекционными болезнями во второй половине XX в., однако ситуация не столь благополучна. Теперь возникли новые, впервые выявленные (*emerging diseases*), инфекции и инвазии — СПИД, геморрагические лихорадки, ранее не известные формы вирусных гепатитов, легионеллез, криптоспоридиоз, *Helicobacter Pylori* и др. Мир микробов очень быстро реагирует на изменение среды обитания, и могут возникать все новые и новые инфекции, примером чего является атипичная (нетипичная) пневмония, появившаяся в 2003 г. в Юго-Восточной Азии.

Распространению инфекций способствуют высокая плотность и постоянная миграция населения. В современных условиях проживания сопротивляемость организма человека к болезням снижается из-за постоянного комфортного микроклимата, вследствие воздействия химических веществ, выделяющихся из полимерных отделочных материалов, а также накопления антропоксинов при отсутствии естественной вентиляции. Использование же систем кондиционирования воздуха приводит к появлению новых инфекционных заболеваний. Так, в 1977 г. в США впервые была описана болезнь легионеров, вызванная легионеллами, которые размножаются в кондиционерах. В результате неправильного режима хранения продуктов питания появилось новое инфекционное заболевание — *иерсиниоз*. Ведущие отечественные эпидемиологи считают, что «эпидемиология инфекционных болезней не только не достигла своей исторической цели по ликвидации инфекций, но, напротив, круг стоящих перед нею задач постоянно расширяется. Происходит это в силу как

изменения особенностей инфекционной патологии под влиянием меняющихся условий жизни человеческого общества, так и расширения круга инфекционных нозологических форм, ставших известными в результате накопления научных знаний»*.

Существующая система медицинской статистики учитывает далеко не все инфекционные болезни. Многие из них относят к другим классам заболеваний, таким, например, как пневмонии, бронхиты, перитониты и т.д. Эпидемиологи назвали это явление феноменом «айсберга», ведь в официальную статистику по инфекционным заболеваниям не вошли многие из онкологических и воспалительных заболеваний, вызываемых вирусами и бактериями.

Эпидемиология неинфекционных заболеваний. Эпидемиология неинфекционных заболеваний как научная дисциплина сформировалась во второй половине XX в. Предметом ее изучения является исследование причин возникновения, факторов риска и закономерностей развития заболеваний неинфекционного характера, разработка мер профилактики и планов действий по предотвращению заболеваний сердечно-сосудистой системы, органов дыхания, аллергических, психических и т.д., а также заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований.

Основными этапами исследования эпидемиологии неинфекционных заболеваний являются:

- определение особенностей распространения тех или иных заболеваний на изучаемой территории или в выбранных группах населения;
- выработка рабочей гипотезы, в соответствии с которой проводят оценку, группировку и отбор возможных причинных факторов для составления программированной карты обследования;
- аналитические исследования;
- экспериментальная проверка результатов аналитических исследований;
- разработка конкретных профилактических мер.

Источниками информации при проведении эпидемиологических работ служат данные о динамике ежегодной заболеваемости и смертности за несколько лет, а также результаты углубленных исследований выборочных групп населения на отдельных территориях или промышленных предприятиях при обязательной тщательной проверке (верификации) всей информации с целью оценки тенденций изменения показателей и построения прогнозных моделей. Кроме того, осуществляется анализ производственных, климатогеографических и наследственных факторов, нарушений гормональных, обменных и других функций организма, способ-

* Покровский В.И., Онищенко Г.Г., Черкасский Б.Л. Современные представления об инфекционной патологии и основные направления совершенствования стратегии ее профилактики // Вестн. РАМН. — 2000. — № 1. — С. 3—7.

ствующим проявлению отдельных специфических (например, профессиональных) или неспецифических заболеваний в изучаемых группах населения.

В эпидемиологии неинфекционных заболеваний широко используют специфические методы диагностики (например, цитологические исследования при изучении эпидемиологии предопухолевых заболеваний и злокачественных опухолей женских половых органов), массовые профилактические флюорографические и рентгенологические исследования (при оценке распространенности хронических заболеваний легких и сердечно-сосудистой системы), а также методы измерения кровяного давления для ранней диагностики заболеваний кровеносных сосудов и сердца, изучения состояния глазного дна, определения гормонального баланса для оценки нарушения функций эндокринной системы и т. д.

Наибольшее применение эпидемиологические методы нашли при изучении факторов риска возникновения онкологических заболеваний, ишемической болезни сердца, хронических неспецифических заболеваний легких. В эпидемиологических исследованиях было установлено, что в случае развития рака полости рта факторами риска могут выступать жевательные смеси, рака кожи — активность ультрафиолетового спектра солнечного света, рака молочной железы — особенности половой жизни женщины и длительность грудного вскармливания. В случае возникновения атеросклероза большое значение приобретают такие факторы, как курение, избыточная масса тела, гиподинамия, ишемической болезни — курение, повышенное содержание холестерина и триглицеридов в крови. В последние годы в России был выполнен ряд крупных проектов по эпидемиологии неинфекционных заболеваний. Проведенное Институтом канцерогенеза эпидемиологическое ретроспективное исследование по определению влияния курения на смертность населения в городах России по методу «случай — контроль» показало, что именно курение является ведущим фактором риска смерти от рака легких (атрибутивный, т. е. дополнительный, риск составляет (89—90 %), всех злокачественных новообразований (36—43 %) и заболеваний органов дыхания у мужчин старше 35 лет). Курение обуславливает до 20—25 % всех случаев смерти среди мужчин и 2—3 % — среди женщин*.

С 1992 г. в России осуществляется проспективное исследование «Российский мониторинг экономического положения и здоровья населения», включающее в себя субъективный анализ, выполняемый на основе специальных вопросников о структуре и качестве питания, состоянии питьевой воды и воздуха, курении и упо-

* Курение — основная причина высокой смертности россиян / Д. Г. Заридзе, Р. С. Карпов, С. М. Киселева и др. // Вестн. РАМН. — 2002. — № 9. — С. 40—45.

треблении алкоголя. Эти показатели учитывали при оценке состояния здоровья населения.

По мере развития эпидемиологии неинфекционных заболеваний ученые все чаще обращались к анализу и оценке роли профессиональных факторов риска, связанных с условиями труда на производстве (медицина труда) и неблагоприятными факторами окружающей среды. Так постепенно происходило формирование новой дисциплины — *экологической эпидемиологии*.

1.2. Экологическая эпидемиология как составная часть экологической политики и общественного здравоохранения

Предмет и задачи экологической эпидемиологии. Загрязнение окружающей среды является одной из глобальных международных проблем, поставленных на государственный уровень. Оценкой воздействия этого загрязнения на здоровье населения занимается экологическая эпидемиология (*environmental epidemiology*), являющаяся составной частью общественного здравоохранения. Задача экологической эпидемиологии состоит в установлении количественных зависимостей между уровнями воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды и показателями состояния здоровья населения. Это необходимо как для разработки и уточнения нормируемых величин тех или иных факторов, так и для выработки и внедрения различных профилактических мероприятий.

Снижение неблагоприятного воздействия загрязненной окружающей среды на состояние здоровья населения и соответственно его улучшение — одна из насущных задач общественного здравоохранения и экологической политики России. В Европейской хартии по окружающей среде и здоровью в 1989 г. были сформулированы основные принципы государственной политики в области экологии и здравоохранения, поддерживающие стратегию Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) «Здоровье для всех». В хартии признается право каждого на окружающую среду, способствующую максимально достижимому уровню здоровья и благополучия, утверждается взаимная ответственность всех граждан, представителей власти и работодателей за охрану окружающей среды, подчеркивается, что всякая деятельность в этой области должна основываться на научных фактах.

В Российской Федерации права граждан на охрану здоровья и поддержание благоприятной окружающей среды закреплены в Конституции. Для регулирования деятельности в области здравоохранения и охраны окружающей среды приняты Федеральные законы «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 № 52-ФЗ (в ред. от 01.07.2002), «Об охране

окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ, «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 № 96-ФЗ, «О качестве и безопасности пищевых продуктов» от 02.01.2000 № 29-ФЗ (в ред. от 30.12.2001), а также другие законы и ряд федеральных и региональных программ по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия и экологической безопасности.

В последние годы по инициативе ряда международных европейских организаций, в том числе и Европейского бюро ВОЗ, для консолидации экологической политики и политики в области общественного здоровья Европейские страны создали по единому макету национальные планы действий по охране окружающей среды и национальные планы действий по окружающей среде и здоровью. В задачу каждой из стран входила разработка обобщенной оценки качества атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы, продуктов питания, а также неблагоприятных факторов окружающей среды и выявления приоритетных угроз, наносящих наибольший ущерб здоровью населения. Следующим этапом международного сотрудничества стран Европы стало объединение этих двух планов в один в каждой из стран и затем создание единого Европейского плана действий по охране окружающей среды и здоровья.

Для оценки эффективности проводимой экологической политики и политики по улучшению общественного здоровья предложена система различных индикаторов, в том числе индикаторов устойчивого развития, характеризующих состояние здоровья населения. Как известно, Конференцией ООН по окружающей среде и развитию 1992 г. была провозглашена необходимость разработки стратегии устойчивого развития. В России важность такой стратегии декларировалась специальным Указом Президента РФ «О государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития» от 28.01.1994 № 223 и последующими Постановлениями Правительства. Индикаторы устойчивого развития применительно к России* учитывают некоторые показатели здоровья, однако не соотнесены с неблагоприятными факторами окружающей среды.

Одновременно ВОЗ были начаты работы по систематизации и унификации показателей состояния здоровья населения, связанных с воздействием загрязненной окружающей среды. На основе этих показателей будут осуществляться:

- мониторинг состояния окружающей среды и идентификация ее потенциального риска для здоровья человека;
- мониторинг состояния здоровья в условиях воздействия загрязненной окружающей среды;
- развитие эколого-эпидемиологических исследований;

* Индикаторы устойчивого развития России (эколого-экономические аспекты) / Под ред. С. Н. Бобылева, П. А. Макеенко. — М.: ЦПРП, 2001. — 220 с.

- сравнение отдельных территорий или стран между собой по показателям экологически обусловленных изменений здоровья;
- мониторинг эффективности принятых мер, осведомление политиков, практических врачей, работников здравоохранения, работодателей в промышленности и сельском хозяйстве, профессиональных союзов, общественных и экологических организаций, средств массовой информации по вопросам экологически обусловленной патологии.

Основной целью использования подобных показателей является установление причинно-следственных связей «окружающая среда — изменение состояния здоровья» как основы для проведения научно обоснованной экологической политики и политики по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Показатели должны быть понятны исследователям и практикам, легко проверяемы, чувствительны к изменению качества окружающей среды и в то же время устойчивы к взаимодействию с мешающими факторами, применяемыми для проведения анализа «затраты — выгода». Европейское бюро ВОЗ считает необходимым использовать такие показатели для определения приоритетных проблем в национальных планах по окружающей среде и здоровью. В обобщенном виде показатели сведены к десяти факторам. Некоторые из них отражают социально-демографическую ситуацию, другие — состояние окружающей среды населенных пунктов и большинство — состояние здоровья населения. Поскольку использование этих показателей необходимо для отражения динамических изменений состояния здоровья населения, связанных с воздействием неблагоприятных факторов окружающей среды, для оценки эффективности происходящих процессов применяются характеристики, определяющие их направленность и выраженность (например, быстрое увеличение числа бедных), состояние (например, уровень загрязнения атмосферного воздуха), воздействие, эффект и сами действия.

В задачи экологической эпидемиологии входят также:

- определение количества случаев обращений по поводу заболеваний органов дыхания и органов кровообращения, приступов бронхиальной астмы, связанных с воздействием загрязненного атмосферного воздуха;
- оценка количества населения, подвергающегося воздействию повышенных уровней шума;
- определение числа случаев заболеваний, вызванных употреблением загрязненной питьевой воды;
- определение содержания диоксинов и полихлорбифенилов (ПХБ) в грудном молоке и крови.

Если другие профилактические медицинские дисциплины занимаются проблемами, связанными со снижением курения и употребления алкоголя, уменьшением случаев производственного

травматизма и отравлений, сокращением числа инфекционных заболеваний, то усилия экологической эпидемиологии направлены на минимизацию риска, вызываемого загрязнением окружающей среды. В общей совокупности основных факторов, определяющих здоровье человека, факторы окружающей среды занимают существенное место. Их значение весьма возрастает в случаях заболевания бронхиальной астмой и значительно в меньшей степени в отношении рака легких, в этиологии которого ведущее место занимает фактор курения.

Ниже представлена доля влияния отдельных факторов на состояние здоровья населения (по данным экспертов ВОЗ), %:

Образ жизни (курение, употребление алкоголя и наркотиков, злоупотребление лекарствами, характер питания, условия труда, гиподинамия, материально-бытовые условия, семейное положение и т. д.)	49—53
Генетические и биологические факторы	18—22
Состояние окружающей среды (природно-климатические факторы, качество объектов окружающей среды)	17—20
Состояние здравоохранения (своевременность и качество медицинской помощи, эффективность профилактических мероприятий)	8—10

Эти оценки в достаточной степени ориентировочны, и вклад тех или иных факторов в формирование показателей здоровья в различных населенных пунктах будет значительно различаться. Например, для жителей сельской местности, особенно Сибири и северных территорий, более существенным является отсутствие своевременной и качественной медицинской помощи, а для жителей городов с очень высоким уровнем загрязнения окружающей среды, которые Государственной экологической экспертизой признаны зонами чрезвычайной экологической ситуации, увеличивается доля вклада неблагоприятных экологических факторов. В последние годы в России, по мнению руководителей учреждений здравоохранения, высокий уровень смертности обусловлен недостатками организации медицинского обслуживания, отсутствием материальных средств для оплаты необходимого курса лечения*.

Эффекты воздействия на здоровье человека неблагоприятных факторов окружающей среды. Здоровье — это относительное понятие, соответствующее оптимальному состоянию организма. ВОЗ формулирует его как «состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов». В соответствии с этим определени-

* Максимова Т. М. Современное состояние, тенденции и перспективные оценки здоровья населения. — М.: ПЕРСЭ, 2002. — С. 133.

ем быть здоровым означает не только не болеть, но и располагать позитивным физическим, душевным и социальным благополучием, причем все эти аспекты взаимосвязаны между собой и оказывают влияние друг на друга. Так, лиц, обладающих недостаточным физическим здоровьем, неизбежно волнуют присутствующие у них симптомы болезни. Душевное неблагополучие может проявляться в виде «психосоматической симптоматики». Плохие социальные условия или социальный ущерб приводят к соматическим, а порой и психическим нарушениям. И социальные факторы приобретают все большее значение при определении состояния здоровья. В связи с этим социальная составляющая окружающей среды не менее важна, чем ее химические или физические компоненты.

Общепринято, что характеристика состояния здоровья населения складывается из взаимодополняющих элементов — демографических показателей, данных о заболеваемости, инвалидности, дефектах физического или психического развития и т. д. Основными показателями интегрального здоровья населения являются:

- уровень и гармоничность физического развития;
- уровень функционального состояния основных систем организма и степень напряжения регуляторных механизмов, свидетельствующих о наличии его резервных возможностей;
- резистентность организма к различным неблагоприятным факторам.

Согласно мнению К. А. Буштуевой и И. С. Случанко все это отражает качество генофонда популяции и степень толерантности ее к воздействию факторов среды обитания [7].

Воздействие загрязненной окружающей среды на здоровье населения является предметом изучения различных дисциплин. Практически в рамках каждой клинической дисциплины сформировано экопатологическое направление. Экологическая патология изучает особенности развития и течения заболеваний или других патологических процессов на индивидуальном уровне в связи с воздействием неблагоприятных факторов окружающей среды. Экологическая генетика рассматривает воздействие этих факторов на генетический аппарат, экологическая иммунология прослеживает изменения в иммунной системе организма. Экологическая пульмонология исследует особенности возникновения и течения заболеваний органов дыхания при воздействии загрязненного атмосферного воздуха и т. д.

Достоверность оценки влияния неблагоприятных факторов окружающей среды на здоровье населения связана с надежностью диагностики тех или иных его возможных изменений. Распознавание болезни и ее тяжести является предметом клинической диагностики. При постановке клинического диагноза врач принимает решение, к какой категории следует отнести заболевание, что

включает в себя два этапа. Первый состоит в определении симптомов или признаков, характерных для конкретной нозологической формы заболевания, второй — в обнаружении у пациента наличия того или иного патологического процесса. Даже при постановке клинического диагноза маловероятно, чтобы всегда присутствовали все симптомы и признаки, связанные с конкретным патологическим процессом. У каждого больного обычно проявляется определенный набор симптомов и признаков, однако в любом отдельном случае могут наблюдаться дополнительные симптомы, поскольку проявление болезни носит индивидуальный характер.

Во многих случаях длительное воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды способно вызвать неспецифические, часто обратимые, изменения в организме задолго до того, как произойдут тяжелые патологические нарушения. Это обстоятельство находит отражение в возникновении неспецифических донозологических состояний вследствие, прежде всего, установления нестабильного, функционального равновесия между организмом и средой, которое может быть оценено на основе формирования эффективных механизмов адаптации*.

При изучении воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды на состояние здоровья населения целесообразно выявлять первичные функциональные изменения в организме, а не только наличие явно выраженных эффектов и различных заболеваний.

Схематически этот спектр неблагоприятных последствий воздействия химических факторов окружающей среды (по данным Комитета экспертов ВОЗ, 1987) представлен на рис. 1.1.

Схема отражает не только процесс развития болезни у отдельных лиц, но и показывает, какие стадии патологического процесса типичны для данной популяции. Острые пирамиды указывает на наиболее тяжелые поражения, заканчивающиеся развитием заболеваний или смертью. Обычно число больных с такими поражениями значительно меньше числа людей с субклиническими проявлениями. Соотношение между клиническими, субклиническими и бессимптомными стадиями заболевания колеблется в широких пределах в зависимости от специфических особенностей факторов окружающей среды, интенсивности, длительности и механизмов их воздействия. Субклинические сдвиги и физиологические изменения неясного проявления определяются только в специальных исследованиях с помощью лабораторных и других диагностических приемов. В последнее время для этой цели широко используются биологические маркеры, сви-

* Баевский Р. М. Оценка и классификация уровней здоровья с точки зрения теории адаптации // Вестн. АМН СССР. 1989. — № 8. — С. 73—78.



Рис. 1.1. Схематический спектр биологических ответов на воздействие загрязнения окружающей среды [7]

детельствующие о наличии тех или иных предвестников изменения состояния здоровья.

Более точная оценка эффектов по шестибальной шкале предложена Агентством по охране окружающей среды США. Самые тяжелые поражения оцениваются как шестибальные, наиболее легкие — в один балл.

Ниже приведено ранжирование (в баллах) неканцерогенных токсичных эффектов по этой системе*:

Раздражение слизистой оболочки носа и глаз, увеличение активности ферментов	1
Гиперемия, геморрагии, изъязвление слизистых оболочек носа; раздражительность и другие нарушения психоэмоционального характера; незначительные нарушения функции почек; нарушения функции внешнего дыхания; увеличение массы тела новорожденного	2
Низкая масса тела новорожденного; увеличение артериального давления; бронхит; утяжеление течения бронхиальной астмы; сужение бронхов; нарушение синтеза гемма; увеличение инфекционной заболеваемости, в том числе острых кишечных инфекций; заболеваний вирусным гепатитом А; повреждение сперматозоидов	3
Усиление стенокардии; фиброз; структурные изменения в легких; метгемоглобинемия; пневмония	4

* По данным Агенства по окружающей среде США.

Повреждение плода; нарушение способности к обучению; нейропатия, судороги; эмфизема, отек легких	5
Тератогенный эффект, нарушения оссификации; увеличение частоты сердечных приступов; задержка умственного развития; некроз почек; цитогенетические нарушения	6

В России для оценки чрезвычайных ситуаций и очень высокого уровня загрязнения окружающей среды химическими веществами используют шкалу, разработанную специалистами Министерства по чрезвычайным ситуациям РФ*. Например, уровень загрязнения атмосферного воздуха характеризуется как очень высокий, если присутствуют следующие визуальные и органолептические признаки:

- появление устойчивого, не свойственного данной местности (сезону) запаха;
- отрицательное воздействие воздуха на органы чувств человека (резь в глазах, слезотечение, неприятный привкус во рту, затрудненное дыхание, покраснение или другие изменения кожи, рвота и др.), причем одновременно у нескольких десятков человек;
- выпадение окрашенных дождей и других атмосферных осадков, наличие специфического запаха у осадков или не свойственного им вкуса.

Для оценки ситуаций (по числу пострадавших, числу лиц с нарушениями условий жизнедеятельности, материальным ущербом и др.) постановлением Правительства РФ от 13.09.96 № 1064 утверждена классификация чрезвычайных ситуаций, представленная в табл. 1.1.

По характеру воздействия на организм человека неблагоприятные факторы окружающей среды подразделяются на приводящие к злокачественным новообразованиям (канцерогенные) и не обладающие таким эффектом (неканцерогенные). Ряд канцерогенных факторов влияет и на наследственность, индуцируя генетически обусловленные заболевания. Канцерогенные и генетические эффекты тесно взаимосвязаны и сопоставимы по величине.

Неканцерогенные вещества вызывают широкий спектр нарушений состояния здоровья человека, которые можно рассматривать как разные формы проявлений токсических эффектов, регистрируемых на молекулярном, клеточном, тканевом, организменном или популяционном уровнях. Последние проявляются в виде повышенной заболеваемости и/или смертности. Постоянное воздействие загрязненного воздуха выражается в росте показателей заболеваемости и смертности населения. В первую очередь это увеличение хронических заболеваний органов дыхания и связанной

* Санитарно-гигиеническое обеспечение населения в чрезвычайных ситуациях: Руководство. — М.: Всероссийский центр медицины катастроф «Защита», 1999.

Шкала оценки чрезвычайных ситуаций

Чрезвычайная ситуация	Классификационный признак			
	Число пострадавших людей	Число людей с нарушениями условий жизнедеятельности	Материальный ущерб, число минимальных размеров оплаты труда	Распространение чрезвычайной ситуации
Локальная	≤ 10	≤ 100	$\leq 10^3$	Не выходит за пределы территории объекта
Местная	> 10 , но ≤ 50	> 100 , но ≤ 300	$> 10^3$, но $\leq 5 \cdot 10^3$	Не выходит за пределы населенного пункта
Территориальная	> 50 , но ≤ 500	> 300 , но ≤ 500	$5 \cdot 10^3$, но $\leq 5 \cdot 10^5$	Не выходит за пределы субъекта РФ
Региональная	> 50 , но ≤ 500	> 500 , но ≤ 1000	$> 5 \cdot 10^5$, но $\leq 5 \cdot 10^6$	Охватывает территорию двух субъектов РФ

с этим смертностью, а также повышение смертности в результате различных сердечно-сосудистых болезней.

О влиянии химических веществ на организм человека накоплена обширная информация, тем не менее научная достоверность таких оценок на каждом этапе становится в какой-то степени относительной. Все процедуры, связанные с данной проблемой, включая и определение вероятности развития неблагоприятных последствий у населения, нуждаются в систематической корректировке с учетом новейших достижений в области фундаментальных наук, углубляющих и дополняющих имеющуюся неполную, нередко разнородную, информацию.

С помощью эпидемиологических методов изучают влияние на здоровье человека самых разных неблагоприятных факторов. Это содержание присутствующих в различных средах — атмосферном воздухе, питьевой воде, почве и пищевых продуктах — загрязняющих веществ, наличие шума, естественной радиации и электромагнитных полей. В последние годы все большее внимание стали уделять оценке воздействия на здоровье человека факторов внутренней среды помещений, а также более специфических агентов, например таких, как персональные компьютеры или мобильные

телефоны, исследуют возможность отдаленных последствий, связанных с образованием продуктов трансформации при хлорировании воды или загрязнением питьевой воды мышьяком и т. д. Внимание исследователей сконцентрировано на изучении влияния содержания в воздухе взвешенных веществ, тяжелых металлов (в первую очередь, свинца, кадмия и ртути), летучих органических соединений и стойких органических загрязнителей (СОЗ), к которым относят диоксины, ПХБ и некоторые хлорсодержащие пестициды (ДДТ, гексахлорциклогексан и др.). В сфере внимания эпидемиологов и гигиенистов находятся также проблемы взаимосвязи факторов окружающей среды с наличием злокачественных новообразований, аллергических реакций, нарушениями репродуктивного здоровья и эндокринного статуса, психоневрологического статуса новорожденных и детей раннего возраста.

Важное значение для проведения исследований в области экологической эпидемиологии имеют материалы медицины и гигиены труда и промышленной экологии. Для воздуха рабочей зоны установлены предельно допустимые концентрации токсичных веществ, предельно допустимые уровни загрязнения кожи, предельно допустимые уровни воздействия физических факторов (шума, ультра- и инфразвука, общей и локальной вибрации, электромагнитных полей различного диапазона — промышленной частоты, радиочастот, инфракрасного, ультрафиолетового и лазерного излучений).

Безусловно, эти величины значительно выше тех, что установлены для окружающей среды, поскольку рассчитаны на нахождение там человека в течение рабочего дня с учетом стажа работы. Кроме того, они предназначены для работников, прошедших медицинский отбор.

В медицине труда описаны профессиональные заболевания (включая онкологические), являющиеся результатом воздействия факторов производственной среды на уровнях, превышающих допустимые. Это позволяет выявить те критические органы и системы, в которых могут происходить изменения при загрязнении окружающей среды (вне производства) с учетом наиболее уязвимых групп населения.

Систематический контроль (при правильной организации) за состоянием здоровья работников, занятых во вредных сферах труда, позволяет выявлять ранние отклонения, в том числе специфические для конкретных вредных производственных факторов. На основании этого формируют группы риска развития профессиональных или общих хронических заболеваний для проведения лечебно-профилактических мероприятий, которыми запрещается контакт с вредным фактором.

Анализ общей заболеваемости с временной утратой трудоспособности и результаты периодических медицинских осмотров

работников позволяют выявить характер и распространенность так называемых производственно обусловленных заболеваний (например, сердечно-сосудистых, органов дыхания, репродуктивной системы и др.), которые не имеют специфической картины, но могут значительно чаще встречаться в группах риска. В настоящее время система формирования групп риска развития профессиональных и производственно обусловленных заболеваний и их лечения и профилактики наиболее развита в Центре медицины труда ОАО «АвтоВАЗ».

Материалы гигиенического нормирования, клиники и распространенности профессиональных и производственно обусловленных заболеваний следует использовать при планировании исследований в области экологической эпидемиологии.

Эпидемиологические исследования дают возможность прогнозировать последствия воздействия загрязненной окружающей среды на состояние здоровья населения, позволяют количественно оценить величину изучаемых воздействий, установить причинно-следственные связи между неблагоприятными факторами среды обитания человека и показателями здоровья, получить достоверную информацию о типах эффектов (неспецифические, обратимые, специфические, выраженные, отдаленные и др.), развивающихся под влиянием химических загрязнителей. Вместе с тем, в связи со сложной, многофакторной природой хронических неинфекционных заболеваний доказать этиологическую связь между развившимся у человека заболеванием и предшествующим этому вредным воздействием очень трудно. Это можно осуществить с помощью правильно спланированных эпидемиологических и гигиенических исследований. Фактор окружающей среды можно рассматривать как фактор риска, т.е. такой компонент этиологии, который, хотя и важен для развития и прогрессирования заболевания, однако сам по себе при отсутствии других условий (например, генетической предрасположенности, измененного иммунного или эндокринного статуса организма) не способен вызвать заболевание у конкретного человека. Другими словами, к факторам риска относят внешние воздействия или особенности организма, которые могут привести к увеличению вероятности возникновения неблагоприятных эффектов.

Доказательству связи между воздействием окружающей среды и изменением состояния здоровья в значительной мере содействуют результаты исследований в области молекулярной эпидемиологии. Молекулярная эпидемиология — быстро развивающаяся область исследований, сочетающая в себе методологию классической эпидемиологии с лабораторными оценками внутренней дозы, биологически эффективной дозы, биологического эффекта и индивидуальной предрасположенности. Методология классической эпидемиологии обеспечивает идентификацию фактора риска,

фиксируя связь между воздействием и заболеванием, и его количественную оценку. Например, доказано, что курение — фактор риска развития рака легких, что рак легких развивается у каждого десятого курильщика, и степень риска возрастает с увеличением дозы и длительности курения. Однако такой подход не раскрывает последовательности событий от начала воздействия до развития заболевания. Молекулярная эпидемиология имеет своей целью установление критических этапов развития заболевания с помощью молекулярных маркеров, имеющих количественное выражение. Данный подход согласно выводам В. В. Ляховича и В. А. Вавилина (2002) представляется особенно продуктивным в изучении полифакторных заболеваний, в этиологии и патогенезе которых участвуют как генетические, так и средовые факторы.

В последние годы во многих странах и международных организациях оценка риска рассматривается как ведущий аналитический инструмент для установления характеристики воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды на здоровье населения. Поэтому кроме эколого-эпидемиологических методов используется методология оценки риска. Целесообразность внедрения методов оценки риска в практику общественного здравоохранения и при разработке эффективной природоохранной политики диктуется рядом причин, в том числе необходимостью повышения качества аналитических данных (показателей), количественно отражающих потенциальный и реальный ущерб здоровью от загрязнения окружающей среды, и возможностью получения информации для принятия управленческих решений.

Основные направления экологической эпидемиологии в мире. Около 50 лет тому назад впервые были описаны такие «экологические» заболевания, как Минимата, Итай-Итай и др. После установления причин их возникновения в ряде стран были созданы специальные программы для оценки воздействия токсичных веществ и установления новых нормативов и норм суточного поступления их с продуктами питания. Массовое отравление людей в Японии и Тайване (болезни Ю-Шо и Ю-Ченг) рисом с высоким содержанием ПХБ, применение во Вьетнаме диоксинсодержащих дефолиантов, взрыв на химическом заводе в г. Севезо (Италия), в результате которого в окружающую среду попали диоксины, — все это инициировало проведение интенсивных исследований по определению токсичности химических веществ и их содержания в диагностических биосубстратах (крови, грудном молоке), оценке их влияния на репродуктивное здоровье, эндокринный статус и психоневрологическое развитие детей. Вызывало также беспокойство и избыточное использование азотных удобрений, а также образование нитрозоаминов в продуктах питания. Результаты проведенных эколого-эпидемиологических исследований не подтвердили опасность нитрозоаминов как

факторов риска развития злокачественных новообразований. После доказательства канцерогенности исследований асбеста были разработаны технические условия на его изготовление и использование, а многие страны даже отказались от его применения. В отношении диоксинов, так же как и других стойких органических соединений (СОЗ), была принята специальная межгосударственная Стокгольмская конвенция (инициированная Программой ООН по окружающей среде), призванная ограничить их поступление в окружающую среду.

В качестве приоритетных в области экологической эпидемиологии были провозглашены новые направления, связанные с оценкой последствий вследствие:

- потепления климата;
- применения мобильных телефонов;
- использования трансгенных продуктов питания;
- террористического акта в Нью-Йорке 11 сентября 2001 г.;
- бомбежек в Сербии.

В Нью-Йорке был проведен детальный анализ химического состава образовавшейся в результате катастрофы пыли и начато эпидемиологическое наблюдение за состоянием здоровья детей, родившихся непосредственно после этого события. Серьезные эколого-эпидемиологические программы реализуются в зоне экологического бедствия Аральского моря, в Чапаевске — городе с очень высоким уровнем загрязнения окружающей среды диоксинами, на Кольском полуострове вблизи металлургических производств и на некоторых других территориях.

К экологически зависимым изменениям здоровья можно отнести в первую очередь заболевания органов дыхания, включая бронхиальную астму; нарушения мужского и женского репродуктивного здоровья, в том числе ранние потери плода, спонтанные аборт, гестозы, врожденные пороки развития; нарушения нервно-психического развития детей; злокачественные новообразования — рак легких, молочной железы, щитовидной железы; другие изменения состояния здоровья, развитие которых обусловлено комплексом генетических, иммуно-генетических, инфекционных и иных факторов. Многие из таких заболеваний протекают атипично, и в условиях воздействия загрязненной окружающей среды происходит омоложение ряда нозологических форм. Европейское агентство по охране окружающей среды предлагает следующий перечень* экологически обусловленных заболеваний и факторов, их вызывающих.

- *Инфекционные заболевания:*

микробное загрязнение воды, продуктов питания и воздуха;

* См.: Environment and Human Health. Europe's Environment: the Third Assessment. — 2003. — P. 263.

потепление климата.

- *Злокачественные новообразования:*

курение (активное и пассивное);

воздействие канцерогенных факторов — асбеста, бензола, соединений хрома(VI), полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) и других химических веществ, а также физических факторов — радиации, радона, ультрафиолетового излучения;

избыток жиров в продуктах питания.

- *Сердечно-сосудистые заболевания и заболевания органов дыхания:*

курение (активное и пассивное);

воздействие атмосферного воздуха с повышенным содержанием взвешенных частиц, монооксида углерода, свинца и других веществ, обладающих кардиотоксическим действием;

высокий уровень холестерина в продуктах питания;

стрессовые ситуации.

- *Диабет:*

высокое содержание жиров в продуктах питания;

малая физическая активность.

- *Заболевания кожи:*

никель;

некоторые пестициды, в том числе пентахлорфенол;

аллергены в продуктах питания.

- *Нарушение репродуктивного здоровья:*

кадмий, ртуть, свинец;

фталаты и другие пластификаторы;

вещества, вызывающие нарушения эндокринного статуса — ДДТ, диоксины, ПХБ и другие СОЗ.

- *Нарушение нервно-психического развития детей:*

свинец, ртуть, метилртуть, кадмий;

некоторые пестициды;

фосфорорганические вещества;

ПХБ, диоксины.

В настоящее время происходят глобальные изменения в развитии некоторых экологически зависимых заболеваний. Так, согласно прогнозу выполненному Всемирным банком, ВОЗ и Гарвардской школой общественного здравоохранения*, в ближайшее время ожидается, с одной стороны, снижение доли ряда экологически зависимых заболеваний в общей структуре заболеваний (в том числе респираторных инфекций, острых кишечных инфекций, врожденных пороков развития, патологии перинатального периода), с другой стороны, должна возрасти доля хронических ле-

* The Global Burden of Disease / Eds C.J.L.Murray, A.D.Lopez // Harvard School of Public Health, World Bank, 1996. — 990 p.

гочных заболеваний, рака трахеи, бронхов и легких. Ниже приведены данные* этого прогноза:

Респираторные инфекции	1/4
Острые кишечные инфекции	2/6
Патология перинатального периода	3/9
Ишемическая болезнь сердца	4/1
Корь	5/15
Туберкулез	6/5
Заболевания сосудов головного мозга	7/3
Малярия	8/18
Дорожно-транспортные происшествия	9/2
Врожденные аномалии развития	10/14
Столбняк	11/29
Самонаносимые повреждения	12/13
Утопления	13/20
Насильственные действия	14/11
Последствия военных действий	15/8
Хронические легочные заболевания	16/10
ВИЧ-инфекция	20/7
Рак трахеи, бронхов и легких	22/12

Согласно данным прогноза респираторные заболевания переместятся с 1-го рангового места в 1990 г. на 4-е место в 2020 г., а ишемическая болезнь сердца в 2020 г. займет первое место.

* В числителе приведены данные за 1990 г., в знаменателе — прогноз на 2020 г.

Глава 2

ПОНЯТИЕ О ГИГИЕНИЧЕСКОМ НОРМИРОВАНИИ, ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ И УРОВНЯХ

На организм человека, особенно в условиях города, постоянно воздействует множество неблагоприятных факторов. Законодательно установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воздухе производственных помещений и населенных пунктов (атмосферном воздухе), водоемностях и питьевой воде, почве; временные ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ), предельно допустимые уровни (ПДУ) и ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) воздействия физических факторов, допустимые суточные дозы (ДСД) или допустимое суточное поступление (ДСП) химических веществ с продуктами питания, максимальные допустимые уровни (МДУ) химических веществ в продуктах питания, а также другие нормативы. Гигиенический норматив — это не норма в обыденном понимании, это допустимая, но не оптимальная величина. Гигиенические нормативы направлены на защиту здоровья именно человека. Экологических же нормативов крайне мало, например, нормативы для водоемов рыбохозяйственного назначения, установленные на более низком уровне, чем гигиенические нормативы. Основной принцип гигиенических нормативов — безвредность химических веществ для здоровья человека, причем с учетом наиболее уязвимых групп населения — детей, беременных женщин, лиц пожилого возраста и страдающих хроническими заболеваниями.

При нормировании содержания химических соединений в окружающей среде учитывают следующие показатели:

- органолептический (наличие посторонних запахов и вкуса, изменение цвета и окраски);
- рефлекторный (раздражающее действие на органы дыхания и зрения);
- общесанитарный (изменение способности воды и почвы к самоочищению);
- водно-миграционный, воздушно-миграционный и транслокационный (миграция веществ в сопредельных средах);
- токсикологический (неблагоприятное влияние на организм человека и/или лабораторных животных).

Для обеспечения безопасности не только экспонированных людей, но и их потомства в эксперименте изучают особенности воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды на несколь-

ких поколениях животных. При этом оценивают плодовитость, протекание беременности и родов, состояние здоровья потомства и другие показатели репродуктивного здоровья. Кроме того, оценивают и генотоксичность — свойство неблагоприятных факторов окружающей среды оказывать повреждающее действие на генетические структуры организма.

Для сравнительной оценки перечисленных показателей используют принцип *лимитирующего показателя вредности (порога вредного воздействия)*. Это означает, что норматив устанавливается по тому показателю, при котором наблюдается минимальный эффект с учетом соответствующих коэффициентов запаса. Под *порогом вредного воздействия* понимают (И. В. Саночкий, 1970) такую минимальную концентрацию вещества в окружающей среде, при которой в организме в конкретных условиях возникают изменения, выходящие за пределы физиологических приспособительных реакций или проявляющиеся в виде скрытой, временно компенсированной патологии. Разные люди по-разному реагируют на воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды, поэтому нормативы устанавливают с учетом возможного эффекта в наиболее ранимых группах населения.

В экспериментальных исследованиях на животных проводят изучение как острой, так и хронической токсичности. Химические вещества оказывают неодинаковое воздействие на организм животных различных биологических видов. Поэтому лабораторные исследования проводят на нескольких видах. В экспериментах по определению токсичности устанавливают значения основных параметров — средних смертельных концентраций LD_{50} и LC_{50} , а также коэффициента видовой чувствительности.

Показатель LD_{50} — средняя смертельная доза, вызывающая гибель половины подопытных животных при введении веществ в желудок и брюшную полость, нанесении на кожу и т.д. (кроме ингаляции) при определенных условиях введения и сроке последующего наблюдения (обычно две недели); ее выражают в миллиграммах вещества на 1 кг массы животного (мг/кг).

Показатель LC_{50} — средняя смертельная концентрация, вызывающая гибель половины подопытных животных при ингаляционном воздействии веществ при определенной экспозиции и сроке последующего наблюдения; ее выражают в миллиграммах вещества на 1 м³ воздуха (мг/м³).

В ходе экспериментов на животных для определения пороговых величин проводят следующие исследования:

- изучение субхронической токсичности в подостром опыте с определением коэффициента кумуляции, а также выявлением наиболее поражаемых органов и систем;
- установление пороговых концентраций по специфическим и неспецифическим показателям при однократном воздействии

и при длительном многократном поступлении вещества в организм;

- оценку характера и степени функциональных и морфологических изменений, наступающих в организме в результате хронического воздействия;
- изучение отдаленных последствий интоксикации (канцерогенного, мутагенного, гонадо- и эмбриотоксического, аллергенного, атеросклеротического и др.);
- определение пороговых концентраций вещества и разработка гигиенического норматива.

Чем выше действующая концентрация, тем более выражена бывает реакция организма и большее количество особей реагирует на это воздействие. Эффекты воздействия подразделяются на канцерогенные, способные вызывать злокачественные новообразования, и неканцерогенные. Неканцерогенный эффект проявляется после воздействия пороговых концентраций.

В зависимости от продолжительности воздействие подразделяют на острое — до 24 ч, непродолжительное (кратковременное) — от 7 до 14 сут — и хроническое, которое в свою очередь условно подразделяют на субхроническое — до 90 сут — и длительное хроническое — от 4 до 8 месяцев или на протяжении всей жизни животного. При экспериментальном изучении отдаленных последствий воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды исследования проводят на нескольких поколениях животных.

Для оценки пороговости действия вещества И. В. Саноцким и И. П. Улановой (1975) были предложены следующие параметры состояния подопытных животных:

- изменения достоверно отличаются от контроля и выходят за пределы физиологических колебаний показателя для данного вида животных в данное время года;
- при отсутствии достоверных отличий от контроля наблюдаются скрытые нарушения равновесия с внешней средой (сужение возможности адаптации), которые выявляются при помощи функциональных и экстремальных нагрузок;
- изменения достоверно отличаются от контроля, хотя и находятся в статистических пределах физиологической нормы, однако стойко сохраняются (в эксперименте на животных).

Таким образом, пороговыми считают эффекты, расположенные между нормой и патологией.

Критериальные уровни вредности веществ по их способности влиять на организм индивидуума можно разделить на четыре категории:

1) вызывающие изменения генетических свойств, влияющие на качество и количество потомства, снижающие продолжительность жизни, а также стойко изменяющие показатели физического и умственного развития и приводящие к деградации вида;

2) влияющие на состояние здоровья индивидуума и вызывающие соматические заболевания химической этиологии как специфического, так и неспецифического характера, в том числе патологические изменения со стороны отдельных органов и систем;

3) приводящие к напряжению систем регулирования гомеостаза и формированию патологических состояний в условиях предъявления нагрузок, но не вызывающие подобных изменений у интактных особей;

4) вызывающие реакцию регуляторных систем организма, не выходящую за пределы «физиологической адаптации» [17].

Опираясь на описанные принципы гигиенического нормирования для различных сред (атмосферного воздуха, воздуха производственных помещений, питьевой воды, воды водоисточников и почвы) разрабатывают ПДК. Заключительным этапом установления ПДК для воздуха производственных помещений является клинко-гигиеническая апробация. С этой целью подбирают контингент, подвергающийся воздействию концентрации, установленной на уровне ПДК, определенной в экспериментах на лабораторных животных. Время такого исследования определяется возможными сроками развития интоксикации. Для оценки состояния здоровья обследуемого контингента применяют наиболее точные методы исследования — определение вредных веществ в биосубстратах, иммунологические, биохимические и клинко-функциональные методики. Результатом такой работы может быть повышение ПДК (например, для свинца) или ее снижение (например, для сероуглерода) или доказательство обоснованности ПДК (например, для бериллия). Клинко-гигиеническая апробация ПДК — процедура очень сложная, длительная и дорогостоящая. У нас в стране для окружающей среды населенных мест часто утверждают ПДК только на основе экспериментальных исследований, без организации специальных эколого-эпидемиологических работ.

По определению И. В. Саноцкого, под ПДК химического вещества в окружающей среде понимают такую его концентрацию, при которой оно, воздействуя на организм человека, периодически или в течение всей жизни не вызывает соматических или психических заболеваний (в том числе скрытых или временно компенсированных) или изменений состояния здоровья, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций, обнаруживаемых современными методами сразу или в отдаленные сроки жизни настоящего или последующих поколений.

Учитывая сложность, длительность и соответственно высокую стоимость разработки ПДК, проводят также разработку по ускоренным экспериментальным и расчетным методам временных ориентировочных безопасных уровней воздействия и ориентировочных допустимых уровней. В основе нормирования химических веществ в продуктах питания лежит принцип соблюдения значе-

ний допустимой суточной дозы или допустимого суточного поступления, под которым понимают количество вещества, суточное поступление которого в организм на протяжении всей жизни не оказывает вредного влияния на здоровье. Эти нормативы разрабатываются Комитетом экспертов Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) и экспертной группой ВОЗ.

В России разработано свыше семи тысяч нормативов допустимого содержания более чем 2000 веществ в различных компонентах окружающей и производственной среды. Большинство этих нормативов не используется на практике, так как контроль в атмосферном воздухе, питьевой воде, продуктах питания, почве проводится постоянно только за 20—30 веществами и периодически еще за ограниченным числом ингредиентов. Поэтому в настоящее время предлагается перейти от дорогостоящей процедуры гигиенического нормирования к системе поэтапной оценки опасности вещества. На первом этапе регламентирования будет осуществляться сбор уже существующей в мире информации об опасности вещества, на втором этапе вещество будут оценивать с позиции приоритетности по показателям токсичности, отдаленных последствий, устойчивости в окружающей среде и некоторым другим и только на третьем этапе будет принято решение о необходимости разработки гигиенического норматива*.

Для нормирования воздействия физических факторов окружающей среды — электромагнитного излучения, статических электрических полей, шума, радиации и других — разрабатывают предельно допустимые уровни. Например, гигиеническое нормирование электромагнитного поля промышленных частот осуществляют раздельно для электрического и магнитного полей. Нормируемым параметром электрического поля является напряженность, магнитного поля — магнитная индукция или напряженность магнитного поля. Более подробно гигиенические нормативы описаны в соответствующих разделах учебника.

* Курляндский Б.А. Токсикология на рубеже веков: состояние, проблемы, перспективы // Токсикологический вестник. — 1999. — № 6. — С. 6—9.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ОЦЕНКИ РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Оценка риска для здоровья населения от воздействия вредных факторов окружающей среды является относительно новым научным направлением. Развитие этой методологии осуществлялось усилиями специалистов разного профиля, и в первую очередь эпидемиологов, токсикологов, гигиенистов, химиков, профпатологов, клиницистов, математиков, инженеров, а также ученых в области социальных дисциплин. Все они внесли значительный вклад в развитие методов оценки риска. Несмотря на то что оценка риска и следующая за ней акция — регулирование риска — несомненно являются новыми понятиями, любому из нас ежедневно приходится принимать решения, основываясь на какой-либо оценке риска. Эти решения предполагают наличие как добровольного, так и вынужденного (навязываемого) риска, а также других факторов риска, связанных с природными явлениями и деятельностью человека. Так что же такое риск?

В обычном понимании риск — это вероятность возникновения какого-либо нежелательного события с предсказуемыми последствиями за определенный промежуток времени. Применительно к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды *риск* — это ожидаемая частота вредных (нежелательных) эффектов у населения, возникающих от заданного воздействия загрязняющего вещества. Риск характеризуется тремя аспектами — вероятностью, последствиями реализации риска и значимостью последствий (рис. 3.1).

Риск здоровью человека, связанный с загрязнением окружающей среды, возникает при следующих необходимых и достаточных условиях:

1) существование самого источника риска (токсичного вещества в объектах окружающей среды или продуктах питания, технологического процесса, предусматривающего использование вредных веществ, и т. п.);

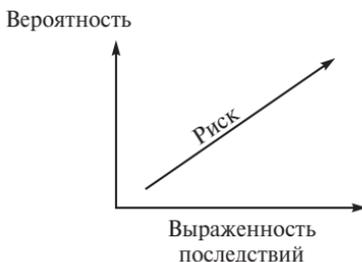


Рис. 3.1. Соотношение между вероятностью и выраженностью неблагоприятных последствий воздействия факторов окружающей среды [18]

2) присутствие данного источника риска в определенной, вредной для человека, дозе;

3) подверженность населения воздействию упомянутой дозы токсичного вещества. Перечисленные условия образуют в совокупности реальную угрозу или опасность для здоровья человека.

Оценка риска — это процесс установления вероятности развития и степени выраженности неблагоприятных эффектов у человека, обусловленных воздействием факторов окружающей среды. Современная методология анализа риска возникла в связи с настоятельной необходимостью разработки наиболее оптимальных способов обоснования экономически эффективных управленческих решений в области сохранения здоровья человека и благоприятного качества окружающей среды. В целом применение анализа риска позволяет решить следующие важные задачи:

- разработка механизма и стратегии различных регулирующих мер по снижению риска;
- получение количественных характеристик потенциального и реального ущерба здоровью от воздействия вредных факторов окружающей среды с детальным представлением всех этапов исследования и анализом неопределенностей, присущих этому процессу;
- сравнение и ранжирование различных по степени выраженности эффектов воздействия загрязнения среды;
- представление границ вариабельности рисковых характеристик в условиях неопределенностей, связанных с ограниченностью исходных данных и существованием научных проблем;
- снижение уровня неопределенности в процессе принятия решений;
- установление более надежных безопасных уровней и гигиенических нормативов;
- идентификация в конкретных условиях наиболее подверженных неблагоприятному воздействию чувствительных и ранимых субгрупп населения;
- определение приоритетов экологической политики на территориальном, и особенно местном, уровнях и разработка механизма и стратегии действий, направленных на регулирование источников и факторов риска, представляющих наибольшую угрозу для здоровья населения;
- выявление наиболее критических областей, где снижение уровня неопределенности может привести к наиболее эффективной оценке достоверности риска и тем самым обеспечить наилучшие способы его снижения;
- описание и количественная оценка уровня риска, которые сохранились после применения мер по его снижению;
- информирование СМИ и населения об уровнях реального риска на различных территориях.

Отличительной особенностью методологии анализа риска является функциональное разграничение этапа исследований, связанного с собственно *оценкой риска* для здоровья, и этапа *управления риском*. Третий элемент методологии анализа риска заключается в *информировании о риске* всех заинтересованных лиц. Все три элемента (этапа) анализа риска взаимосвязаны между собой, и лишь их совокупность позволяет не только выявить существующие проблемы, разработать пути их решения, но и создать условия для практической реализации этих решений (рис. 3.2).

В настоящее время на основе сравнительного анализа рисков можно оценивать не только риск для здоровья человека, но и экологический риск для экосистемы и составляющих ее живых организмов, а также риск, обусловленный нарушением качества и условий жизни. Все это дает возможность путем относительного ранжирования рисков, связанных с различными экологическими проблемами региона, выделить наиболее значимые из них и в условиях ограниченности ресурсов на основе анализа экономических, технических и политических вопросов установить приоритеты в области охраны окружающей среды и здоровья населения.

Как и любая методология сравнительный анализ рисков связан со многими неопределенностями и допущениями, и оценка качества представляемых данных является важным и довольно трудным элементом процедуры оценки риска. Аналогично ситуации, когда профессионал владеет многими методами исследования, специалист по оценке риска располагает громадным количеством способов его оценки, из которых ему необходимо выбрать наиболее адекватные. Если этот выбор неправильный, то и



Рис. 3.2. Схема анализа риска для здоровья [18]

качество полученных характеристик риска будет соответственно невысокое. Но даже использование адекватных современных методов исследования не является гарантией получения наиболее надежных качественных характеристик риска. Проблема заключается в том, чтобы используемый метод был направлен на решение конкретной задачи, а также чтобы было обеспечено высокое качество его выполнения.

Поскольку оценка риска представляет собой научный анализ природы и масштабов риска в конкретной ситуации, передаваемый в первую очередь лицам, принимающим решения, то формальный анализ качества результатов оценки риска, используемых в управленческих целях, проводят по шести основным критериям: 1) логическая последовательность и надежность; 2) полнота и завершенность; 3) точность; 4) приемлемость; 5) возможность применения в практических целях и 6) эффективность.

Первые три критерия являются внутренними. Они присущи любой процедуре оценки риска, отражают качество проведенного анализа и могут быть оценены в соответствии с достижениями научных дисциплин, на которых базировалась оценка риска. Последние три критерия внешние, они представляют собой прагматическое заключение, которое выходит за рамки научных дисциплин, и позволяют охарактеризовать качество исходной информации и способы применения различных методов в конкретной ситуации.

Каждый из первых трех критериев дает возможность оценить качество проведенных исследований и его результатов. Анализ логической последовательности и надежности отвечает на вопрос, в какой степени оцененный риск подтверждается теоретическими разработками и насколько полученные результаты искажены фундаментальными теоретическими допущениями. Анализ полноты и завершенности позволяет оценить, действительно ли учтены все возможные источники риска и не упущены ли наиболее важные. Третий критерий отражает степень точности оценки риска и показывает, в какой степени присутствуют возможные ошибки и насколько принятые допущения повлияли на конечный результат.

На основе внешних критериев можно судить о том, правомерно ли использование данных методов в конкретной ситуации. По критерию приемлемости можно определить, действительно ли результаты оценки риска нашли понимание среди заинтересованных лиц и в какой степени они им доверяют. Это во многом зависит не только от доказательности представляемых данных, но и от характера восприятия, способности и отношения к ним потенциальных потребителей. Критерий практической применимости позволяет судить о том, смогут ли результаты оценки риска быть реализованы в реальной ситуации при ограниченных ресурсных и