

31. Privalova L. I., Katsnelson B. A., Marshalkin A., Prokopyev A. // *Epidemiology* 2002; 13(4): 173.

32. Privalova L. I., Katsnelson B. A., Soloboyeva J. I., et al. // *Epidemiology* 2007; 18(Suppl 5): 12.

ЭКОЛОГО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СВЯЗИ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ СРЕДНЕГО УРАЛА С ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ (по материалам исследований, проводившихся в 1998–2008 гг.)

Л. И. ПРИВАЛОВА¹, Б. А. КАЦНЕЛЬСОН¹, С. В. КУЗЬМИН¹,
Б. И. НИКОНОВ², В. Б. ГУРВИЧ³

¹ ФГУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий»
Роспотребнадзора

² Комитет по экологии и природопользованию
Государственной Думы РФ, г. Москва

³ Управление Федеральной службы по надзору
в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
по Свердловской области, г. Екатеринбург, Россия

Доказательное установление связи тех или иных нарушений здоровья населения с неблагоприятными экологическими факторами (в частности, с антропогенным или природным загрязнением среды обитания) составляет одну из основ аналитического блока системы социально-гигиенического мониторинга (СГМ). Такие связи используются в рамках СГМ как непосредственно на изучаемой территории, так и при обосновании обобщенных зависимостей экспозиция-ответ, которые необходимы для прогностических оценок риска.

К важнейшим особенностям современной методологии таких эколого-эпидемиологических исследований (ЭЭИ), которые базируются на общих принципах эпидемиологии неинфекционных заболеваний, следует отнести: выбор дизайна ЭЭИ, адекватного его задачам и условиям проведения; использование достаточно мощного математического (биостатистического) аппарата анализа данных (в основном, различных вариантов регрессионного анализа); учет многообразных сопутствующих факторов не только с целью элиминации влияния информационных помех (конфаундеров), но и для выявления их в качестве возможных факторов риска для здоровья; открытая оценка степени неопределенности получаемых результатов и выводов из конкретного ЭЭИ. Оче-

2 ■
чественными гигиенистами эти принципы стали реализоваться лишь с конца 90-х годов прошлого века, чему значительно способствовала работа нашей группы² вначале совместно с эпидемиологами США и Великобритании (J. D. Spengler, H. Ozkaynak, J. J. Jaakkola, T. Fletcher, S. Pattenden и др.) в рамках Проекта управления окружающей средой в России, выполнявшегося при финансовой поддержке Всемирного Банка, а затем и самостоятельно в структуре Уральского регионального центра экологической эпидемиологии (УРЦЭЭ), Екатеринбургского медицинского научного центра профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий, управления Роспотребнадзора по Свердловской области.

В исследовании поперечного типа оценивалась проблема зависимости здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха населенных мест. Так, в 12 зонах 9 городов Свердловской области и в г. Череповце Вологодской области был проведен годичный непрерывный мониторинг загрязнения атмосферного воздуха пылевыми частицами (по фракциям PM_{10} и $PM_{2,5}$), диоксидом серы и диоксидом азота. Детальные сведения о респираторных жалобах, диагнозах и предполагаемых индивидуальных факторах риска (ИФР) у 6 тыс. школьников младших классов были получены с помощью специально разработанного вопросника для родителей. Регрессионным анализом, проведенным на объединенном массиве данных, была доказана важная роль большого числа ИФР, причем впервые были показаны определенные различия между релевантными комплексами ИФР для хронического кашля (или диагностированного бронхита) и для свистящего дыхания вне простуды (или диагностированной бронхиальной астмы). В этом исследовании, с учетом поправки на ИФР, наиболее существенные для конкретного признака нарушения респираторного здоровья ребенка (к которым, в частности, относится курение взрослых и, в особенности, курение матери во время беременности), показана значимая зависимость вероятности респираторной патологии у детей, проживающих в той или иной зоне, от среднегодового уровня загрязнения атмосферы тонкодисперсными пылевыми частицами и диоксидом серы.

В дальнейшем база данных, полученных в этом поперечном ЭЭИ, была использована в мета-анализе, проведенном с нашим участием в рамках межнационального проекта PATY (Pollution And The Young: combined analysis of cross-sectional studies of respiratory health of children and air pollution) и подтвердившем основные наши результаты.

² Кроме авторов статьи, в эту группу на разных этапах ее работы входили также к. м. н. О. Л. Малых, к. м. н. С. А. Воронин, А. А. Кошелева, А. В. Поровицина, к. м. н. Е. П. Киреева, Н. И. Кочнева, д. м. н. С. В. Брезгина, к. м. н. С. А. Чеботарькова.

В продольном ЭЭИ на основе анализа временных рядов было показано, что обострение респираторных жалоб и симптомов у детей может быть ответом на колебания загрязнения атмосферы. Это исследование было проведено у школьников младших классов в г. Нижнем Тагиле на основе ежедневной записи респираторных и аллергических симптомов родителями и непрерывного мониторинга загрязнения атмосферы в центре зоны проживания взвешенными частицами и раздражающими газами. Регрессионный анализ данных позволил установить неблагоприятное влияние даже относительно небольших среднесуточных пиков загрязнения (как правило, не превышающих установленные ПДК_{сс}) на острые реакции верхних и глубоких дыхательных путей у детей младшего и среднего школьного возраста. Принципиальные результаты этого ЭЭИ согласуются с результатами подобных работ, опубликованных на Западе, хотя в последних речь шла о концентрациях пылевых частиц, более высоких и варьировавших в более широких диапазонах, чем в нашем исследовании.

Важным преимуществом анализа временных рядов является то, что при нем не всегда требуется специальный мониторинг для получения данных как по экспозиции населения, так и по развивающимся вредным эффектам, поскольку он позволяет использовать ретроспективно уже имеющиеся материалы рутинного мониторинга загрязнения атмосферы и официального учета этих эффектов (в частности, случаев смерти). Например, нами (ссылки) была показана зависимость ежедневной смертности населения Екатеринбурга и Нижнего Тагила от колебаний зарегистрированных концентраций пыли и ряда газовых загрязнителей атмосферного воздуха, многие из которых типичны для городов с крупными предприятиями черной металлургии, включая агломерацию руд, полный металлургический цикл и коксохимическое производство. Одним из важных аспектов этого ЭЭИ является практическое совпадение значения функции риска смертности на градиент концентрации атмосферной пыли с имеющимися в литературе результатами метаанализа результатов подобных зарубежных исследований, что позволяет использовать их в проектах оценки риска.

При важном значении прямого вредного воздействия загрязненного атмосферного воздуха на здоровье человека, в некоторых важных отношениях может превалировать роль первичного (с промышленными отходами и стоками) или вторичного (с оседающими из атмосферы пылевыми частицами) стойкого накопления токсичных веществ в почве и водоемах, а отсюда и в пищевых продуктах. В условиях горнопромышленного Урала это касается, прежде всего, токсичных неорганических соединений свинца, мышьяка, кадмия, хрома, марганца, ванадия,

фтора и некоторых других элементов. Так, например, при мониторинге содержания свинца в различных компонентах среды обитания математическое моделирование его поступления в организм детей дошкольного возраста показывает, что вклад атмосферного воздуха в накопленную дозу этого металла составляет лишь десятые доли процента, вклад питьевой воды – несколько процентов, в то время как 70–80 % дает пища и около 20% – почва и пыль через загрязняемые ими руки.

Одним из критических эффектов действия свинца на здоровье населения во всем мире признается задержка психического развития (ЗПР) ребенка с серьезными отдаленными последствиями для поведения и интеллекта в более старшем возрасте. Наши ЭЗИ, проведенные в городах Красноуральске, Первоуральске, Кировграде и Кушве, выявили ранговую корреляцию между распространенностью ЗПР (выявляемой с помощью психологического тестирования) и частотой обнаружения повышенных уровней свинца в крови (PbB) у детей дошкольного возраста. Эта частота, как и среднее значение PbB в группе детей, обследованных в конкретном городе, хорошо совпадают с результатами моделирования, что подтверждает определяющую роль загрязнения свинцом среды обитания. Регрессионный анализ показал однако, что на индивидуальном уровне величина PbB зависит также от ряда ИФР, связанных с некоторыми привычками ребенка, условиями его проживания и питания, а вероятность обнаружения ЗПР – не только от величины PbB, но и от некоторых ИФР социального и генетического характера, в том числе от курения матери во время беременности.

Следует отметить, что в другом ЭЗИ, проведенном на детях дошкольного возраста в городах Первоуральске, Ревде, Среднеуральске и Сысерти, мы обнаружили существенную связь между экологически обусловленной нагрузкой организма свинцом и кадмием, оцененной по содержанию этих металлов в моче, и вероятностью доклинических проявлений почечной (тубулярной) патологии, высокая распространенность которой характерна для промышленных городов Свердловской области. Эта связь статистически значима даже при учете других факторов риска развития такой патологии.

Особое внимание к проблемам детского здоровья связано с тем, что риски, связанные с техногенным загрязнением среды обитания, особенно высоки в детском возрасте, прежде всего потому, что детей отличают некоторые анатомо-физиологические характеристики и особенности поведения, в связи с которыми вредное воздействие на них выше, чем у взрослых в равных условиях загрязнения среды. Например, у ребенка на единицу массы тела выше объем дыхания, потребления пищи и питья, а тем самым – выше и поглощаемые дозы токсичес-

кого вещества, загрязняющего воздух, воду и продукты питания. Значительно выше, чем для взрослых, также отмеченная выше опасность попадания в организм ребенка токсичных металлов и других стойких загрязнителей из почвы, минуя пищевые цепочки, а именно через пыль в приземных слоях воздуха (в связи с низким расположением зоны дыхания) и через загрязненные руки (в связи с частыми играми на земле и менее развитыми гигиеническими навыками). Не менее важное значение имеет повышенная чувствительность к токсическому воздействию, свойственная растущему и развивающемуся организму, а вред, нанесенный самим процессам роста и развития, неблагоприятно сказывается на последующей жизни и здоровье и тем самым подрывает трудовые ресурсы нации.

При исследовании связей между вредными экспозициями и здоровьем человека в различные периоды его развития и жизни (начиная от зачатия и внутриутробного развития) каждый такой период, хотя он и характеризуется своими особенностями чувствительности к вредным факторам, следует рассматривать с учетом его зависимости от предшествующих. В частности, любой фактор, неблагоприятно влияющий на течение беременности и развитие плода, тем самым может оказать влияние и на постнатальное развитие и здоровье ребенка. На постнатальное развитие могут оказывать влияние также какие-то латентные эффекты вредных факторов, действовавших внутриутробно, даже если эти эффекты не замечены на момент рождения. При этом экологически обусловленные факторы должны учитываться в комплексе со многими другими ИФР.

Эти теоретические предпосылки подтверждены в нашем ЭЭИ, основанном на прослеживании когорты, сформированной из женщин на 20–22-й неделе беременности в городах Екатеринбурге, Первоуральске и Ревде. Было показано, что даже на фоне промышленного загрязнения среды обитания медицинские, акушерские и многие другие ИФР, в особенности курение (даже пассивное) во время беременности, являются важными детерминантами неблагоприятных характеристик течения беременности, а также низких антропометрических характеристик и статуса новорожденного. Факторы того же характера, а иногда и те же самые факторы влияют также на здоровье и развитие ребенка в течение ранней жизни. С другой стороны, некоторые неблагоприятные показатели его здоровья и развития могут рассматриваться как отсроченные или продолженные эффекты факторов, действовавших на развивающийся плод. Как было показано в данном ЭЭИ, в этом отношении, кроме особого значения курения во время беременности, могут быть выявлены некоторые неблагоприятные последствия внутриутроб-

ного воздействия ряда токсичных металлов, а с другой стороны, дефицита физиологически необходимых металлов (железа, кальция, меди). Например, вероятность наличия заболеваний системы мочевыделения у ребенка в годовалом возрасте тем выше, чем выше было содержание свинца в пуповинной крови, свидетельствующее о внутриутробном токсическом воздействии на плод.

В связи с рассмотренными выше исследованиями в сфере анализа вредных эффектов экспозиции к токсичным металлам, следует особо отметить, что в большинстве случаев оценка уровня этой экспозиции по показателям загрязнения среды обитания, даваемая на популяционном уровне, дополняется оценкой токсической нагрузки организма теми или иными металлами путем биомониторинга их содержания в крови (в том числе, пуповинной) или в моче.

Важную эколого-эпидемиологическую проблему представляет выявление наиболее значимых факторов риска развития злокачественных новообразований в тех популяциях, в которых заболеваемость ими стабильно выше среднепопуляционных уровней, характерных для данного региона. Подобная проблема рассматривалась нами (ссылки) на примере города Карпинска для рака трех локализаций (легких, кишечника и молочной железы). Выявлено существенное влияние сложного комплекса популяционных и индивидуальных факторов риска, в частности, экспозиции к канцерогенным ПАУ, причем специфичным для данного города источником загрязнения ими воздуха вне и внутри жилых помещения является большое число угольных топок. Из хорошо известных ИФР для раков легких и кишечника подтвердилась роль курения и злоупотребления алкоголем, а для рака молочной железы – ряда специфических факторов риска, связанных с репродуктивной функцией и кормлением.

Таким образом, результаты большинства проводившихся нами ЭЭИ иллюстрируют то положение, что важно не только оценить роль загрязнения среды обитания, но и установить другие факторы риска, которые являются действительно значимыми для каждого конкретного нарушения здоровья в конкретной популяции. Недостаточное внимание к этой задаче может привести к излишнему фокусированию внимания только на экологических факторах риска и к недооценке роли некоторых ИФР, которые могут быть даже более важными, а тем самым – к односторонней и недостаточно эффективной стратегии управления рисками.

Существенной, с позиций доказательной медицины, является связь эпидемиологических исследований с экспериментально-токсикологическими, задачи которых вытекают из результатов ЭЭИ. Например, эпи-

демиологические данные о комбинированной нефротоксичности свинца и кадмия получили затем подтверждение в эксперименте на животных. Комбинация экотоксикантов, характерная для загрязнения среды обитания в Карпинске, показала в эксперименте высокую генотоксичность на макромолекулярном уровне. Ряд нарушений здоровья сельского населения одного из районов Свердловской области, вероятная связь которых с воздействием на среду обитания со стороны базы хранения монацитового концентрата была выявлена в специально проведенном ЭЭИ, поставили задачу выяснения характера и степени токсичности монацитового пыли, которая и была решена экспериментально. Таким образом, доказательное установление связи неблагоприятных показателей популяционного здоровья с той или иной вредной средовой экспозицией на основе эколого-эпидемиологических оценок с проведением экспериментально-токсикологических исследований является надежной предпосылкой для поиска профилактических воздействий, направленных на ослабление вредных эффектов этих экспозиций (биологическая профилактика).

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ПОДХОДА К ВОДОБЕСПЕЧЕНИЮ НАСЕЛЕНИЯ

Ю. А. РАХМАНИН

*НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды
им. А. Н. Сысина РАМН, г. Москва, Россия*

Важное значение для здоровья человека имеет не только необходимое количество, но и качество потребляемой им воды, которые рассматриваются как единый водный фактор, обеспечивающий нормальную жизнедеятельность человека за счет сбалансированного водно-солевого обмена.

При всестороннем анализе качества воды важно учитывать, что в соответствии с расширяющимся уровнем знаний, требования к качеству воды для потребления в питьевых целях постоянно растут. Советский Союз и Соединенные Штаты Америки были пионерами в разработке первых в мировой практике стандартов качества питьевой воды, которые в 1937 г. включали всего по 5 нормативных показателей. В начале 90-х гг. прошлого столетия, т. е. менее чем через 60 лет после этого, Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) были определены нормативные величины уже по 128 приоритетным показателям качества