

Радиационная гигиена

Д. Е. Н. КУТЕПОВ, 1998

УДК 614.876(470.321)

Е. Н. Кутепов

АВАРИЯ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

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

В истории развития мировой атомной энергетики отмечено значительное число аварий на АЭС, сопровождающихся утечкой радиоактивных веществ, загрязнением окружающей среды и воздействием радиации на население. Однако, в основном, исследования касались влияния на организм человека последствий применения или испытаний ядерного оружия. В достаточной мере изучены последствия воздействия радиации на персонал АЭС, тогда как вопрос влияния малых доз ионизирующих излучений на организм человека по многим аспектам остается неясным, поскольку клинический симптомокомплекс не всегда отражает характер и величину биологического эффекта.

Необходимость разработки достаточно широкого набора различных показателей, отражающих те или иные стороны состояния здоровья, обусловили характер воздействия, характер эффектов и сроки их появления, а именно:

соматические: ранние (острая и хроническая лучевая болезнь, местные радиационные поражения, вегетососудистая дистония), зависимость которых от дозы описываются сигмоидальной кривой; поздние (лейкозы с латентным периодом около 6 лет, злокачественные новообразования с

латентным периодом более 10 лет, синдром преждевременного старения);

генетические (мутации двух типов): генные (ранняя гибель эмбрионов, спонтанные выкидыши, мертворождения, пороки развития) и хромосомные (мутации нелетального характера, стойко передающиеся по наследству).

При действии малых доз ионизирующего излучения можно ожидать увеличения частоты и распространенности некоторых нозологических форм, составляющих обычные уровни заболеваемости и смертности. Медико-биологической основой международных рекомендаций по радиационной защите является представление о детерминированных (определенных) пороговых и стохастических (вероятностных) беспороговых эффектах воздействия ионизирующих излучений на организм человека. Согласно принятой международным сообществом консервативной радиобиологической гипотезе, любой сколь угодно малый уровень облучения обуславливает определенный риск возникновения отдаленных стохастических медицинских эффектов. Для количественной оценки частоты возможных стохастических эффектов принята консервативная гипотеза о линейной беспороговой зависимости вероятности отдален-

ных последствий от дозы излучения с коэффициентом риска 0.07 Зв^{-1} [2, 9].

Рассеянные на огромной территории радионуклиды из разрушенного четвертого блока Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) создали проблему в ряде областей России, и в первую очередь в Брянской, Орловской, Калужской и Тульской областях, которые попали в так называемый "северо-восточный след". Население подверглось ступенчатому (первые недели после аварии воздействие определялось ^{131}I , а в последующем — ^{137}Cs и ^{90}Sr) и комбинированному воздействию, также менявшемуся во времени (внешнее облучение от радионуклидов при прохождении радиоактивного облака и от радиоактивных осадков, выпавших на землю; внутреннее облучение в результате вдыхания радионуклидов из облака, радионуклидов, поднятых в воздух из осадков, и в результате употребления в пищу продуктов и воды, загрязненных радионуклидами).

Радиоактивному загрязнению подверглась только часть районов Тульской обл., и плотность загрязнения радионуклидами даже среди этих районов существенно различалась, достигая 3—4 раз в отношении ^{137}Cs и до 7—8 раз в отношении ^{131}I [1, 4, 8].

Исследования охватывали период с 1980 по 1992 г. и проводились с использованием патогенетического подхода (определенные факторы — определенные эффекты), стратификации популяции (городское и сельское население, различные возрастные группы), стратификации экспозиционных и дозовых нагрузок, комплекса статистических и математических методов (корреляционный, регрессионный и факторный анализ, динамические ряды, стратификационный анализ, критерий согласия, оценка риска).

Все районы, подвергшиеся радиоактивному загрязнению, были разбиты на две группы: преимущественно сельскохозяйственные и районы с развитой промышленностью. Здоровье населения оценивали по следующим показателям: течение беременности и родов, заболеваемость и смертность новорожденных, заболеваемость болезнями, подлежащими диспансерному учету и наблюдению (частота выявленных заболеваний — первичная заболеваемость, распространенность или частота всех заболеваний — общая заболеваемость).

Анализ заболеваемости населения, течения беременности и родов, заболеваемости и смертности новорожденных показал различия как в распространенности эффектов, так и в уровнях этих эффектов в разных районах области. В районах, подвергшихся радионуклидному загрязнению, отмечено достоверное увеличение количества эндокринных заболеваний, в первую очередь, болезней щитовидной железы, болезней сердечно-сосудистой системы (гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца, цереброваскулярные болезни), язвы желудка и двенадцатиперстной кишки, пневмоний и бронхитов. Установлено также увеличение количества токсикозов 2-й половины беременности, заболеваемости новорожденных, рост перинатальной смертности (за счет

увеличения мертворожденных и ранней неонатальной смертности).

Корреляционный анализ между уровнями загрязнения радионуклидами и отдельными группами заболеваний, объединяющих этиологически однородные болезни, показал, во-первых, что между уровнями радиоактивного загрязнения и наблюдавшимися эффектами в здоровье населения существовала определенная связь, а во-вторых, что величины коэффициентов корреляции значительно отличались в зависимости от хозяйственного характера районов.

Для количественной характеристики эффекта воздействия радионуклидного загрязнения были рассчитаны относительный риск, характеризующий силу связи между воздействием и эффектом, то есть биологический аспект проблемы, атрибутивный риск, указывающий величину или процент случаев среди экспонированных лиц, обусловленных воздействием этиологического фактора, а также популяционный атрибутивный риск или так называемый "этиологический риск", который одновременно учитывает биологическую сторону (биологический эффект воздействия) и распространенность воздействия, долю населения, подвергшуюся экспозиции. Коэффициенты риска рассчитывались, исходя из предположения линейной зависимости относительного риска от дозы [6, 13, 16].

Значительная часть случаев заболеваний щитовидной железы может быть объяснена воздействием ^{131}I , особенно в сельскохозяйственных районах области, на что указывают величины относительного, атрибутивного и популяционного атрибутивного риска, которые удовлетворительно коррелируют с уровнями загрязнения территорий этих районов ^{131}I . В целях проверки достоверности связи между радионуклидным загрязнением (^{131}I) территории сельскохозяйственных районов и болезнями щитовидной железы был использован показатель согласия, позволяющий определить существенность отклонения относительного риска от 1 и проверить гипотезу о линейном нарастании относительного риска с ростом интенсивности воздействия, т. е. гипотезу о наличии зависимости доза—эффект [14, 15]. Рассчитанные величины показателя согласия для общей заболеваемости болезнями щитовидной железы и лиц с впервые установленным диагнозом подтвердили наличие и линейный характер связи доза—эффект.

Что касается районов Тульской обл. с развитой промышленностью, то там корреляция между уровнями загрязнений ^{131}I и величинами этиологического риска оказалась значительно ниже. Проверка достоверности связи в этом случае подтвердила, что показатель согласия был также примерно на порядок ниже. Аналогичная ситуация выявлена и в отношении заболеваемости болезнями сердечно-сосудистой системы.

Учитывая возможность развития заболеваний щитовидной железы в связи с недостатком йода в рационе питания вследствие низкого его содержания в объектах окружающей среды, мы провели исследование, направленное на оценку уровней содержания йода, кобальта, марганца и меди в почве, питьевой воде и пищевых продуктах мест-

ного происхождения с последующим расчетом содержания их в суточном рационе отдельных возрастных групп населения (дошкольников, школьников и взрослых). Установлено, что суточное потребление йода только с местными продуктами и питьевой водой для всех исследованных возрастных групп находилось на нижней границе оптимума.

Исследования заболеваемости детей болезнями эндокринной системы, заболеваемости взрослого населения и течения беременности и исхода родов были проведены также в г. Узловая Тульской обл. Так практически вслед за аварией были отмечены эффекты, связанные как с воздействием радиации (вегетососудистая дистония), так и со стрессом (радиофобия), которые выражались в увеличении уровней заболеваемости гипертонической болезнью, ишемической болезнью сердца, цереброваскулярными болезнями, язвой двенадцатиперстной кишки и желудка, а также воздействием на течение беременности, смертность и заболеваемость новорожденных, которое проявлялось в увеличении частоты токсикозов беременных, смертности новорожденных, мертворожденности, ранней неонатальной и перинатальной смертности.

Анализ с использованием динамических рядов, направленный на оценку достоверности различий между расчетными (ожидаемыми) и фактическими уровнями тех или иных показателей здоровья, подтвердил наличие зависимости время—эффект, а также то, что эти различия существенны и указывают на эффект воздействия факторов, связанных с аварией на ЧАЭС. Так, эффект воздействия радиационного фактора (^{131}I) начал проявляться через 3 года после аварии, когда было отмечено увеличение уровня заболеваемости эндокринными болезнями и болезнями обмена веществ, наиболее отчетливо проявившиеся у мальчиков. Анализ заболеваемости болезнями эндокринной системы и нарушения обмена в зависимости от возраста детей на момент аварии на ЧАЭС показал, что, во-первых, среднее время постановки детей на диспансерный учет в связи с вышеуказанными заболеваниями составляло как у мальчиков, так и у девочек около 3,2 года после аварии; во-вторых, количество детей, поставленных на учет по поводу этих заболеваний, после аварии увеличивалось из года в год; в-третьих, девочек, поставленных на диспансерный учет по поводу заболеваний щитовидной железы, более чем в 2 раза больше мальчиков; в-четвертых, группами риска развития заболеваний эндокринной системы и нарушения обмена оказались дети периода внутриутробного развития, дети в возрасте 3 и 5—9 лет на момент аварии.

Таким образом, практически на всех таксономических уровнях (область, район, город) отмечены определенные эффекты в здоровье различных групп населения. Вместе с тем в выраженности тех или иных эффектов имеются заметные различия между сельскохозяйственными и промышленными районами. Так, в сельскохозяйственных районах, по сравнению с промышленными, отмечалась более четкая зависимость между удельной плотностью загрязнения территории ^{131}I и заболеваниями щитовидной железы, большие величины

относительного риска и этиологического риска. В сельскохозяйственных районах наблюдалась четкая дозовая зависимость, линейное нарастание относительного риска с ростом интенсивности воздействия, что подтверждено как посредством показателя согласия (χ -квадрат), так и регрессионного анализа (линейная аппроксимация). Эти различия могут быть объяснены, во-первых, характером питания, поскольку население сельских населенных пунктов потребляло в основном собственные, выращенные на личных подворьях продукты (овощи, мясо, молоко), и, во-вторых, характером трудовой деятельности (следует иметь в виду, что авария на ЧАЭС произошла в разгар проведения весенних полевых работ, с чем связана так называемая "облученность" различных групп населения) [3, 10]. Аналогичная ситуация имела место и в отношении заболеваемости болезнями сердечно-сосудистой системы, хотя в данном случае картина не была столь однозначной, что может быть объяснено тем, что вегетососудистая дистония вследствие радиационного воздействия не диагностировалась у населения, а проходила под диагнозами "гипертоническая болезнь", "ишемическая болезнь сердца", "цереброваскулярные болезни" и др.

Необходимо отметить, что в промышленных районах число заболеваний и темпы роста заболеваемости были выше, чем в сельскохозяйственных районах, и в данном случае отсутствовала и дозовая зависимость относительного риска. Последнее может быть связано с тем, что имеются некоторые различия в причинах, обусловивших рост заболеваемости болезнями сердечно-сосудистой системы. Так, среди сельского населения в качестве основной причины может рассматриваться радиационное воздействие, что подтверждается как собственными данными (корреляционный анализ, критерий χ -квадрата, регрессионный анализ), так и данными оценки роли радиации в риске развития этих болезней у населения ряда районов Калужской обл. [5]. Среди населения промышленных районов, где основную массу составляло городское население с более высоким уровнем образования и информированности, основной причиной, вероятно, следует считать эмоционально-психологический фактор, так называемую "радиофобию", в основе которой лежит стресс, психоэмоциональное напряжение, которое, в свою очередь, усугубляло последствия радиационного воздействия. Причем различия в реакциях на радиационную опасность среди городского и сельского населения в известной мере могут объяснить и некоторые различия в проявлении патологических реакций среди этих популяций.

Другим аспектом воздействия радиационного фактора являлись изменения в иммунной системе, которая рассматривается в качестве одного из критических органов, что также нашло свое подтверждение в исследованиях в г. Узловая [7].

Сочетание психоэмоционального стресса с воздействием радиации способствовало снижению иммунитета, что, в свою очередь, привело к увеличению распространенности респираторных заболеваний, затяжному течению их, обострению хронических болезней и росту сочетанности патологии. Объективно это подтверждалось достовер-

ным снижением эффективности диспансеризации населения. Стресс, как известно, сопровождается гиперсекрецией глюкокортикоидов и иммунодепрессией, которые могут выступать в роли коканцерогенного фактора. Выполняя роль своеобразного "пускового механизма", состояние тревожности вызывает усиление продукции стероидных гормонов, которые в свою очередь увеличивают концентрацию в крови атерогенной фракции липопротеидов низкой и очень низкой плотности, что рассматривается как этиопатогенетическое звено в развитии сердечно-сосудистой патологии. Подтверждением этому может служить исследование, проведенное в г. Узловая, в результате которого было выявлено, что около 74% обследованных взрослых имели синдром психоэмоционального напряжения, причем у 69% из них в основе синдрома присутствовал компонент реактивной (ситуативной) тревожности [7]. С последним может быть связана и заболеваемость язвой желудка и двенадцатиперстной кишки, особенно у населения промышленных районов. Что касается оценки воздействия радиационного фактора на состояние эндокринной системы в целом и щитовидной железы в частности, то результаты исследований в г. Узловая подтверждают данные, полученные при изучении состояния тиреоидной системы у детей и подростков, беременных женщин ряда районов Калужской обл., согласно которым наибольшие дозовые нагрузки на щитовидную железу и поглощенные дозы в щитовидной железе отмечены у родившихся после аварии на ЧАЭС и у детей в возрасте до 3 лет (дозы у детей старше 7 лет примерно в 2—3 раза ниже), а заболеваемость болезнями щитовидной железы выше у девочек [5, 11, 12].

Проведенные исследования позволили идентифицировать влияния отдельных факторов, связанных с аварией на ЧАЭС, на состояние здоровья населения Тульской обл., выявить определенные неблагоприятные эффекты воздействия на различные категории и возрастные группы населения. Это в первую очередь нарушения эндокринной системы (в частности, увеличение заболеваний щитовидной железы у детей, родившихся от беременностей, протекавших в момент аварии на ЧАЭС, т. е. подвергшихся внутриутробному воздействию радиации, у детей в возрасте до 3 лет и

5—9 лет на момент аварии), нарушения течения беременности, состояния здоровья новорожденных, детского и взрослого населения. У взрослого населения наряду с ростом заболеваемости высок процент изменений, которые могут рассматриваться как признаки синдрома преждевременного старения, а также высока распространенность синдромов, свидетельствующих о развитии преморбидных состояний.

Литература

1. Радиация и риск. — М.; Обнинск, 1993. — Вып. 3. приложение 1.
2. Концепция радиационной защиты населения и хозяйственной деятельности населения на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению // Радиация и риск. — М.; Обнинск, 1993. — Вып. 3. — С. 9—13.
3. Данные радиэкологической подсистемы РЭКОР // Там же. — 1994. — Вып. 4. — С. 28—46.
4. Загрязненность снежного покрова Тульской области по данным спутниковых съемок /Отчет/. — Л., 1991.
5. Иванов В. К., Цыб А. Ф., Матвиенко Е. Г. и др. // Радиация и риск. — М.; Обнинск, 1994. — Вып. 4. — С. 18—27.
6. Измеров Н. Ф., Гурвич Е. Б., Лебедева Н. В. Социально-гигиенические и эпидемиологические исследования в гигиене труда. — М., 1985.
7. Кутепов Е. Н., Варфоломеева И. В. // Гиг. и сан. — 1993. — № 11. — С. 69—71.
8. Питкевич Р. А., Шериаков В. М., Дуба В. В. и др. // Радиация и риск. — М.; Обнинск, 1993. — Вып. 3. — С. 62—93.
9. Руководство по медицинским вопросам противорадиационной защиты / Под ред. А. И. Бурназяна. — М., 1975.
10. Савкин М. Н. // Радиация и риск. — М.; Обнинск, 1994. — Вып. 3. — С. 94—120.
11. Цыб А. Ф., Матвиенко Е. Г., Горобец В. Ф. и др. // Там же. — Вып. 4. — С. 47—66.
12. Цыб А. Ф., Степаненко В. Ф., Матвиенко Е. Г. и др. // Там же. — С. 129—135.
13. LaDou J. (Ed.). Occupational Medicine. — Norwalk, 1990.
14. Mantel N., Haenszel W. // J. natl. Cancer Inst. — 1959. — Vol. 22. — P. 719—748.
15. Mantel N. // J. Amer. Statist. Assoc. — 1963. — Vol. 58. — P. 690—700.
16. Walter S. D. // Int. J. Epidemiol. — 1978. — Vol. 7. — P. 175—182.