

## ИЗУЧЕНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

### К ПЯТОЙ ГОДОВЩИНЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Прошло пять лет с рокового дня начала аварии на четвертом энергоблоке Чернобыльской атомной электростанции. Эта авария является самой крупной в истории техники экологической катастрофой, повлекшей за собой разнообразные экологические, медико-биологические, социально-психологические и экономические последствия, ликвидация которых стоит больших усилий и огромных затрат. Конечно, наиболее трагичным последствием аварии на Чернобыльской АЭС является судьба людей, подвергшихся действию ионизирующей радиации в дни аварии, принимавших участие в дезактивации строений атомной электростанции и проживающих на территориях, загрязненных радионуклидами.

Перед многими науками возникли проблемы, требующие незамедлительного решения и поиска практически реализуемых способов уменьшения опасности, обусловленной радиоактивными загрязнениями атмосферы, природных водных источников, растительного покрова, продуктов питания, жилых помещений. Естественно, что прежде всего это касается проблем радиобиологии как наиболее тесно связанных с изысканием способов и путей максимального снижения риска от облучения и обусловленного им ухудшения состояния здоровья. Можно без преувеличения сказать, что авария на Чернобыльской АЭС явилась очень серьезным испытанием радиобиологии как науки, способной облегчить участь людей в условиях тяжелой экологической радионуклидной катастрофы.

Радиоактивные выбросы при аварии энергоблока на ЧАЭС были в миллион раз большими, чем при других авариях реакторов атомных электростанций, например, в Три Майл Айленде. На территории Советского Союза полная площадь с уровнем загрязнения цезием-137 свыше 5 Ки/км<sup>2</sup> (185 ГБк/км<sup>2</sup>) составляет примерно  $28 \cdot 10^3$  км<sup>2</sup>. На этой территории проживает более 225 тыс. человек. Уровень загрязнения цезием-137 от 1 до 5 Ки/км<sup>2</sup> (37—185 ГБк/км<sup>2</sup>) только на Украине превышает  $3316 \cdot 10^3$  км<sup>2</sup> и население этой территории превышает 1,2 млн. человек. Характер радиоактивных выпадений отличается отчетливой пятнистостью и в отдельных местах вне 30-километровой зоны имеются "пятна", где уровень радиоактивного загрязнения превышает несколько сот Ки/км<sup>2</sup>. Было бы неверным связывать радиационную угрозу для людей только лишь с цезием-137: поскольку местами обнаруживается и стронций-90, и почти всюду регистрируется цезий-144, это свидетельствует о выбросе при аварии изотопов плутония. В первые дни после аварии большие дозовые нагрузки были обусловлены радиоактивными изотопами йода; определенную роль играли радионуклиды, относящиеся к благородным газам, наличие которых в радиоактивном облаке обусловило определенные уровни доз ингаляционного происхождения.

В начальный период после аварии часть населения — в 1986 году 116 тыс. человек, была эвакуирована за пределы сильно загрязненных радионуклидами территорий. Однако обширная популяция людей получила и продолжает получать дозовые нагрузки, превышающие принятый в настоящее время предел доз. Так, жители г. Припяти получили высокие дозы, так как были эвакуированы не сразу же после взрыва на ЧАЭС. Большой контингент воинского состава, принимавший участие в работах по дезактивации помещений атомной станции и близкой к ней территории, также получил определенные дозы, которые по специфике самого проведения дезактивационных работ и комплексности радионуклидного загрязнения в непосредственной близости от места аварии не всегда можно было надежно регламентировать. Особого внимания требует группа пострадавших, получивших повышенные дозы облучения ткани щитовидной железы. Отметим, что в группе свыше 150 тыс. человек, включая 60 тыс. детей, для которых облучение щитовидной железы отличается особо высоким риском. По далеко неполным данным у 13 тыс. детей и 8 тыс. взрослых дозы облучения щитовидной железы превышают 2 Гр. У некоторых детей из г. Припяти радиоактивность в области щитовидной железы была настолько высока, что обусловленная накоплением радиоактивного йода доза могла достигать 20 Гр и больше.

Повышенные уровни радиоактивного загрязнения почвы приводят к накоплению радионуклидов, преимущественно цезия-137 и стронция-90, в продуктах питания. По трофическим цепочкам эти радионуклиды достигают и соответствующих продуктов животноводства. Проживание на этих территориях, особенно в сельской местности, сопряжено с постоянной угрозой подвергнуться избыточному облучению за счет внешних источников радиации. Использование сильно загрязненных радионуклидами продуктов питания; накопление в домах и подворьях, где в качестве топлива используют хворост или остатки растений, радиоактивности в золе; попадание в атмосферу аэрозольных радиоактивных частиц при тех видах сельскохозяйственных работ, где неизбежно образуется много пыли, — все это сильно усложняет радиологическую обстановку в сельской местности. Вследствие того, что трудно избежать этих источников дополнительного облучения, придется вводить существенные ограничения на характер привычной жизни: изменять характер природопользования, ограничивать пребывание на свежем воздухе детей, заставлять их отказываться от прогулок в лес, на речку и т.п. Главный же способ снижения дозовых нагрузок приводит к необходимости обеспечивать население "чистыми" в отношении радионуклидных загрязнений продуктами питания.

Конечно, наиболее радикальным способом снижения дозовых нагрузок на людей, проживающих на загрязненных радионуклидами территориях, является переселение в другие, чистые в радиологическом отношении регионы. Однако такое переселение жителей большого числа населенных пунктов имеет ряд отрицательных сторон, которые нельзя не учитывать. И основное — это то, что само по себе вынужденное переселение людей сопряжено с острой психологической травмой, крушением устоявшихся традиций и связей, выездом из привычной зоны и т.п. Естественно поэтому, решая вопрос о переселении, следует разумно взвешивать "пользу" и "вред" от массового перемещения людей. При этом необходимо исходить из определенных принципов и конкретных количественных значений полученных доз, качества жизни, строгих эпидемиологических данных и, разумеется, экономических возможностей, определяющих целесообразность отселения. Здесь речь идет о так называемой "концепции безопасного проживания на территориях, загрязненных радионуклидами" (впоследствии эту концепцию переименовывали в "концепцию приемлемого риска" или

просто в "концепцию проживания"). Конечно, нельзя считать нормальным, что формулировка этой концепции появилась только к исходу пятого года после аварии: она должна быть постоянно готовой для разных типов экологических катастроф.

Видимо, одним из важнейших уроков Чернобыльской аварии является реальная оценка нашей общей неподготовленности к экстремальным ситуациям.

Конечно, в выборе допустимого уровня облучения, который принимается за основу для принятия решения об отселении людей, определяющую роль играют социально-экономические предпосылки. Однако, крайне важным является и учет радиобиологической угрозы населению, возникшей в новой антропогенной радионуклидной аномалии вокруг Чернобыльской атомной электростанции. И, конечно, при существующем уровне понимания сущности радиобиологических процессов следует исходить из такой предпосылки: любое повышение дозы облучения, обусловленное загрязнением территории проживания радионуклидами, отрицательно сказывается на здоровье людей, в связи с чем необходимо проведение комплекса мероприятий, снижающих дозовые нагрузки до уровня, при котором риск для здоровья будет не выше, чем в доаварийный период.

Эта предпосылка представляет, по сути, изложение принципа ALARA. Количественной мерой так называемого "уровня невмешательства" является мощность дозы 0,1—1,0 мЗв в год. В концепции, разрабатываемой в настоящее время, естественно, принято верхнее значение, равное 1 мЗв в год. Конечно, для очень большой территории потребуется несколько лет, чтобы можно было достичь выполнения данного условия. В связи с этим рассматривалась необходимость введения еще одного предела мощностей доз, при превышении которого требуется безусловное отселение. Безусловно, в выборе этих значений доз определяющую роль должна играть радиобиология. Вместе с тем, условия, сформировавшиеся на загрязненных территориях, не могут быть сведены лишь к одному радиационному воздействию, так как в загрязненном регионе отмечаются повышенные нагрузки иных отрицательных воздействий. Поэтому и показатели состояния здоровья населения таковы, что приходится думать о синергических эффектах облучения и других факторах.

Так, повсеместно на загрязненных радионуклидами территориях отмечен рост различных заболеваний. При этом негативные отклонения в состоянии здоровья населения регистрируются в форме заболеваний, которые обычно не связывают с уровнем облучения. Например, отчетливо регистрируется повышение заболеваемости ишемической болезнью сердца, гипертонической болезнью, язвенной болезнью, увеличивается число инсультов и нервных заболеваний. Вместе с тем, отмечается рост заболеваний, которые могут быть связаны непосредственно с облучением — гиперплазии и рака щитовидной железы, злокачественных новообразований, лейкозов, возникновения катаракт. Кроме того, отмечается возрастание заболеваемости хроническим бронхитом, общее утяжеление протекания инфекционных заболеваний. К сожалению, пока еще нет достаточно полных и достоверных эпидемиологических данных, и выводы делаются на основе массовых наблюдений врачей, работающих в зонах, загрязненных радионуклидами. Тем не менее, следует с очень большим вниманием отнестись к оценке состояния населения, подвергающегося облучению, чтобы сделать все возможное для ослабления негативного влияния на здоровье сложившихся в антропогенной радионуклидной аномалии специфических условий.

Конечно, принятие концепции проживания должно учитывать ухудшившееся за эти пять лет состояние здоровья населения.

Ряд проблем, а они охватывают практически все разделы современной радиобиологии, приобрели особо выразительное значение после аварии на Чернобыльской АЭС как имеющие непосредственное отношение к принятию реальных мер по защите здоровья населения.

Особо важное значение имеют исследования в области радиэкологии, так как в отношении биогеохимических особенностей ландшафтов загрязненная территория отличается большим своеобразием. Требуется радиэкологической оценки ситуация, сложившаяся с временными захоронениями радиоактивных материалов и грунтов в 30-километровой зоне. Необходимо также оценить судьбу стронция-90, выносимого из речных отложений в районе аварии в Днепр и далее переносимого с поливными водами на почвы орошаемых земель Юга Украины.

Крайне важны исследования в области радиационной иммунологии, так как оказалось, что при сравнительно низких хронических дозовых нагрузках в обширных популяциях людей отмечается ухудшение иммунного статуса. Точно так же требуют повышенного внимания исследования в области радиационного канцерогенеза, поскольку в регионах с радиоактивными выпадениями хроническое облучение при весьма низких уровнях приводит у экспериментальных животных к активированию процессов в канцерогенезе.

Естественно, резко повысилась необходимость исследований действия облучения в малых дозах, установления характера дозовых зависимостей радиобиологических эффектов при облучении в очень малых дозах, и, конечно, объективная оценка величины коэффициентов риска. Особое значение приобрела проблема синергизма действия хронического облучения и факторов нерадиационной природы.

В связи с тем, что для многих людей основная угроза радиобиологических эффектов связана с хроническим облучением, очень важны исследования радиопротекторных воздействий, эффективность которых проявляется в значениях коэффициента риска стохастических эффектов. В связи с этим заслуживает внимания изучение механизмов регуляции тех типов репарации ДНК, которые связаны с рекомбинационными процессами. Вместе с тем, приобрели большую актуальность исследования способностей снижения степени усвоения радионуклидов при питании человека загрязненными радионуклидами продуктами. Приходится вновь возвращаться к оценке степени опасности "горячих частиц", которые на загрязненных радионуклидами территориях в составе пыли содержатся в аэрозольной части воздуха.

К исходу пятого года после аварии на Чернобыльской АЭС сохранилось много забот и обостренной тревоги за судьбу пострадавшего населения, и роль радиобиологов в решении возникших проблем очень ответственна, так как именно эта наука может служить надежным проводником в нахождении путей выхода человечества из ядерных катастроф с наименьшим ущербом для здоровья людей. Один из уроков Чернобыльской аварии состоит в том, что должен поддерживаться высокий уровень радиобиологических фундаментальных исследований как теоретической базы, определяющей успех действий человека в напряженный час экологических катаклизмов.

*Д.М. Гродзинский*