

Комплексные воздействия химикатов и радиационного облучения

Ионизирующее излучение может привести к разрушению клеток ДНК, некоторые из которых могут так и не восстановиться или восстановиться организмом неправильно. Последствиями таких неудачных восстановительных процессов могут стать смерть и мутация клеток. Токсичные химикаты могут также нанести вред ДНК. Как правило, токсины нарушают особые химические соединения и определенные биохимические пути в организме. Помимо повреждения ДНК, воздействия химикатов могут иметь и другие последствия, например, подавление способности иммунной системы распознавать и заменять злокачественные клетки. Таким образом, несмотря на специфический характер повреждения, наносимого отдельными химикатами, большое разнообразие токсинов, облучающих людей, приводит к большему многообразию опасных воздействий химикатов, нежели показывает радиоактивное облучение.

В большинстве случаев основным риском от радиационного облучения является рак. (Читайте статью [о тритии](#), в которой обсуждаются нераковые воздействия). Развитие ракового заболевания – это, как правило, многоэтапный процесс, при котором для проявления заболевания требуется не одна мутация. Эту картину осложняет тот факт, что даже для одного клинически описанного вида ракового заболевания существует множество альтернативных способов превращения одной нормальной клетки в раковую.

Поскольку данное заболевание имеет многостадийный характер, совокупное облучение множеством токсинов, воздействующих на различных стадиях заболевания, таким образом, может нанести еще больше вреда, чем ожидается от индивидуальных воздействий каждого токсина в отдельности. Такой более чем пагубный эффект от облучения множеством токсинов одновременно называется синергизмом или синергетическим эффектом. Например, подавление иммунного надзора химикатом после радиоактивного облучения может привести к такому эффекту. Наоборот, если два химиката воздействуют на несвязанные биохимические пути, тогда облучение одним из них может никак не повлиять на возможность или серьезность неблагоприятных последствий, вызванных другим химикатом.

Неспецифический характер вреда от радиации, а также обыкновенно длительный период между облучением и проявлением связанного с ним ракового заболевания говорит о том, что радиационное облучение играет основную роль на ранних стадиях развития рака. Химикаты, которые также наносят неспецифический вред ДНК, возможно, поведут себя также. Таким образом, радиационное и химическое воздействие можно справедливо считать пагубным. Однако большинство химикатов причиняют определенный вред либо оказывают иной характер воздействий, чем повреждение ДНК. При подобных обстоятельствах легко просматривается и может быть нормой синергетический эффект между ионизирующим излучением и химическими токсинами.

Один пример явного синергетического эффекта радиационного облучения и воздействия токсинов, который получен из эпидемиологических данных о людях, - это взаимодействие радона и курения. Исследования шахтеров урановых рудников показывают, что канцерогенное действие радона может вырасти примерно втрое, если ему содействует табачный дым. Потенциальный масштаб подобного синергетического действия, если также присутствует соотношение внутреннего радона и курения, показывает, что такой синергизм может стать серьезной проблемой здравоохранения.

Другой пример возможного появления синергизма – это внутриутробное облучение и воздействие разрушителей эндокринной системы, например, диэтилстилбестрола (ДЭС) или диоксинов. В таких случаях существует потенциальная возможность синергетического взаимодействия радиации, которая может привести к мутациям, и эндокринных нарушителей, которые меняют среду формирования этих клеток, а также могут способствовать развитию рака. В этих случаях особой проблемой может стать повышенный риск рака молочной железы.

Еще одним примером является тот факт, что, как известно, много различных металлических солей могут вмешиваться в восстановительный процесс ДНК, нарушенный рентгеновскими лучами или ультрафиолетовым излучением. В этом случае ожидается настоящий синергетический эффект радиационного облучения и воздействия металлов или полуметаллов, например, мышьяка, кадмия, ртути и никеля.

Наконец, в некоторых случаях взаимодействие радиотоксичных и химически токсичных эффектов может возникнуть из-за одного вещества. В Научно-исследовательском институте радиобиологии вооруженных сил США была проведена исследовательская работа, в которой эта гипотеза выдвинута из-за урановых воздействий (читайте журнал [«SDA», выпуск 13, номер 2 за июнь 2005 г.](#)).

Резюмируя все вышесказанное, многоступенчатый характер развития раковых заболеваний создает высокую вероятность существования синергетических эффектов радиации и некоторых видов токсинов. Таким образом, при изучении вопроса о формировании норм радиационной защиты следует помнить, что восприимчивость к заболеваниям зависит не только от возраста и пола, но и от воздействия химических токсинов, которые сложными и малопонятными способами взаимодействуют с радиацией.

Статья основана на главе 6 отчета «Наука - за беззащитных: установление норм радиационного облучения и комплексного воздействия окружающей среды для защиты людей, наиболее подверженных риску» ([«Science for the Vulnerable: Setting Radiation and Multiple Exposure Environmental Health Standards to Protect Those Most at Risk»](#)). IEER, 2006 г. Автор главы Майк Торн. Автор статьи Брайс Смит.