

# РАДИАЦИЯ И ЗДОРОВЬЕ

Марк Бокк

Радиация – один из многих естественных факторов окружающей среды, среди которых развивалась и существует жизнь. В данном сообщении под *радиацией* подразумевается проникающее ионизирующее излучение. Проникая в тело, оно изменяет физическое состояние молекул этого тела, что, в свою очередь, может нарушать ход биологических реакций в клетках и во всем организме.

Негативные эффекты таких нарушений подразделяются на три категории:

1. стохастические;
2. детерминированные;
3. ухудшение здоровья.

Стохастические, или вероятностные, эффекты характеризуются двумя основными особенностями. Во-первых, они являются беспороговыми, то есть могут возникать при любой малой дозе облучения и вызывать так называемые отдаленные последствия: раковые заболевания, появляющиеся через десяток или десятки лет, и генетические изменения, проявляющиеся в последующих поколениях.

Вторая особенность стохастических эффектов заключается в том, что при увеличении дозы облучения не возрастает тяжесть и не уменьшается срок проявления этих последствий. Увеличивается только вероятность их возникновения. Точно определить величину этой вероятности трудно, потому что излучение только запускает механизм развития рака. Сама опухоль неспецифична и не проявляет своих радиационных истоков. (Правда, отмечая в июле 2007 года очередную годовщину бомбардировки Нагасаки, японцы говорили, что за 2006 год число жертв взрыва увеличилось еще на 3,5 тысячи человек, но не указывали, как они доказали связь этих смертей с облучением 62 года назад.)

Считается, что радиация увеличивает вероятность возникновения опухолей в количестве 6 на 1 млн. облученных в дозе 1 rad. Если естественный земной и космический радиационный фон за первую половину жизни составляет около 30 rad, то индуцированные этим фоном опухоли могут возникнуть у 200 человек (из 1 млн.). Это не очень много. В 2006 году в США люди, скончавшиеся от рака, составляли приблизительно 25%, то есть около 250 000 на 1 млн. умерших. И из них лишь 200 случаев были обусловлены радиацией естественного фона. Несомненно, в дальнейшем мы научимся прерывать цепочку от облучения до развития опухоли, и это число еще уменьшится. По-другому выглядит ситуация с генетическими последствиями. Они явились важным фактором эволюции. “Не будь мутаций и естественного отбора, не было бы и человека”/Голиков/. Но сейчас не все лица с наследственными дефектами погибают. Они передают потомству свои отрицательные наследственные признаки, что приводит к возрастанию частоты наследственных дефектов.

Второй вид негативных радиационных эффектов – это детерминированные. Они возникают при превышении определенного, причем достаточно высокого порога облучения. К ним относятся: лучевая болезнь, лучевые повреждения кожи, лучевая катаракта. Тяжесть детерминированных последствий зависит от дозы облучения. Так, острая лучевая болезнь, возникающая от доз, начиная с приблизительно 100 rad, далее переходит от легкой к средней, к тяжелой формам, затем при более 1000 rad – к “кишечной форме” с продолжительностью жизни 1-2 недели и, наконец, при дозах в десятки тысяч rad – “церебральная форма” с продолжительностью жизни в часах. Если сейчас не говорить о ядерной войне и атомных бомбардировках, то такие случаи возникают в экстремальных аварийных ситуациях. Например, после аварии на ЧАЭС у 134 человек из числа персонала и пожарных возникла острая лучевая болезнь, и 28 из них погибли. Несколько ранее при аварии в г.Озерске острой лучевой болезнью

заболели 60 человек. Так что и такие лучевые поражения являются не очень многочисленными.

Третий вид радиационных эффектов, который и является главной темой данного сообщения, – это “ухудшение состояния здоровья”. Такие поражения могут возникать после облучения в дозах в несколько десятков рад, то есть между стохастическими и детерминированными. Облученные при аварии на ЧАЭС жители и ликвидаторы получили удостоверения, по которым им в качестве компенсации за ухудшение здоровья выплачивались и (во всяком случае, в России ) выплачиваются до сих пор деньги. Иногда эти люди выходят на демонстрации с требованием прибавки к выплатам. Всего “чернобыльцы”, проживающие сейчас в России, Украине и Белоруссии, получили около 600 000 этих удостоверений. После аварии в г. Озерске таких людей еще 100 000. Вполне закономерным является вопрос: “В чем же заключается их ухудшение здоровья и не восстановилось ли их здоровье полностью?” (Известно, что после некоторых болезней часть больных выздоравливает). Для ответа на этот вопрос тщательно, масштабно, в течение ряда лет изучалась заболеваемость этих людей. Оказалось, что по сравнению с необлученными она заметно возросла, но не за счет заболеваний, которые обычно связываются с радиацией. Это были: гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца, язвенная болезнь, сахарный диабет, нейродермит и другие, которые могут быть обусловлены эмоциональным перенапряжением. Такое реагирование, в свою очередь, явилось последствием и самой аварии, и безграмотных, а иногда сознательных пропагандистских информационных сообщений. Результат был очень сильный. Украинский психиатр В.А.Моляко в 1992 году (т.е. через 6 лет после взрыва ) приводит такую классификацию психологических зон:

1. зона отчаяния (наиболее загрязненные районы Киевской и Житомирской областей);
2. зона непрерывной скрытой паники;
3. зона повышенной тревожности;
4. зона настороженности (Россия, Европа, Казахстан);
5. зона периодически возникающей озабоченности (весь остальной мир).

Например, в Германии после сообщения об аварии 50% опрошенных частично изменили питание. Через 5 лет в Брянской области 2/3 людей связывали свое неудовлетворительное состояние с радиацией. Некоторые люди воспринимают себя в качестве жертв до сих пор.

Вторая причина повышения заболеваемости – это действие на эвакуированных людей социально-экономических факторов: потеря или смена дома, работы, детских и медицинских учреждений и проч.

Третья причина – алкоголизм за счет финансовой компенсации.

Четвертая причина – так называемая гипердиагностика. В населенных пунктах, где прежде был один фельдшер, теперь проводятся углубленные осмотры специалистами, и без обращений выявляются больные.

На фоне всех этих факторов очень трудно охарактеризовать чистый вклад радиации в состояние здоровья. Напрашивается постановка эксперимента на лабораторных животных, у которых не будет социальных составляющих воздействия. Будут только группы облученных в разных дозах и необлученная контрольная группа. В результате получилась бы количественная модель динамики изменения здоровья вследствие воздействия радиации. До сих пор этого не сделано из-за главной причины, которая звучит даже забавно: неясно, что же следует наблюдать, так как нет четкого определения “что такое здоровье”. Такое определение должно предусматривать возможность и, желательно, способ количественного измерения величины этого показателя для отдельного человека или животного. Измерение величины здоровья было бы полезным не только для радиологии, но и для медицины в целом. Для

конкретного пациента оно облегчило бы выбор медикаментов с минимальным вредным побочным действием именно для его здоровья, способствовало бы выбору оптимальных оздоровительных средств, таких, как диета или вид физических упражнений.

Можно предложить такой вариант формулировки термина “здоровье”. Здоровье есть сумма резервов основных систем организма. Вот несколько пояснений. Почему именно - резервов, а не состояния функционирования или чего-либо другого? Потому что в нормальных условиях и более здоровый человек, и менее здоровый ходят одинаково, но когда менее здоровый сильно торопится, то он может упасть и не встать. Или выработка гормонов в облученной щитовидной железе долгое время находится на прежнем нормальном уровне за счет более напряженной работы сохранившихся клеток, но число этих клеток и показатель резерва (поглощение йода) постепенно снижаются до полного обвала. Так что “резерв” – важнейший критерий.

Определение резервов уже не является какой-то медицинской экзотикой, а постепенно входит в число обычных процедур, таких, как бег на тредмилле с одновременной регистрацией деятельности сердца (стресс-тест). Хорошо разработаны и описаны методы постановки и математического анализа результатов многофакторного эксперимента. Такой эксперимент дает возможность определить весовые коэффициенты отдельных слагаемых и их сочетаний. Без этого суммирование действия факторов (в данном случае, показателей резервов) будет некорректно. (Приведу пример из другой области. Недавно опубликован рейтинг по чистоте 200 городов мира, где Бостон – на 10 месте, а Ст.-Петербург – на 184. Учитывались: доступность медицинских учреждений, загрязнение атмосферы, инфекционная заболеваемость, качество канализационных систем, доступность воды, отсутствие вредных животных и насекомых. Но без весовых коэффициентов этих факторов не ясно, сколько нужно истребить комаров, чтобы компенсировать длительное ожидание приема врача.)

Интегральными показателями, регистрируемыми в эксперименте по характеристике здоровья, могут быть: продолжительность жизни, время до начала и уровень снижения физической и операторской работоспособности, устойчивость к инфекционному или радиационному воздействию. Определение таких показателей у различных видов лабораторных животных отработано. Длительность эксперимента на мышах составила бы около двух лет. Соотношение величины биологических показателей (уровней резервов) у различных видов известно и дает возможность произвести экстраполяцию результатов к человеку.

Все вышесказанное позволяет надеяться, что в ближайшие годы задача определения изменений здоровья после воздействия радиации будет решена.

### **Источники**

1. Л.Булдаков, В.Калистратова. Радиоактивное излучение и здоровье. Москва. 2003
2. МЗРФ, Институт биофизики. Радиация и здоровье. Москва. 2001
3. Е.Иванов, В.Шубик. Медицинские последствия Чернобыльской аварии. СПб. 2001
4. В. Моляко. Формирование образа экологической катастрофы на примере Чернобыльской атомной аварии. Журнал психологии. 1992
5. Радиация. Дозы, эффекты, риск. Пер. с англ. Обзор. Москва. 1990
6. В.Голиков, И.Коренков. Радиационная защита при использовании ионизирующих излучений. Москва. 1975