

6. РАДИАЦИОННЫЙ ГОРМЕЗИС

В течение нескольких десятилетий существуют два направления в радиобиологии, спор между которыми никак не закончится чьей-либо победой. Причина - разные подходы к оценке влияния на биоту малых доз радиации. Первый подход постулирует, что проблемы малых доз не существует и все закономерности больших доз можно экстраполировать на малые. Второй - малые дозы по эффекту принципиально отличаются от больших, поэтому методология их изучения должна отличаться от общепринятой в современной радиобиологии.

Отсутствие мутаций можно ожидать только при полном отсутствии радиационного фона. Однако средняя годовая эффективная эквивалентная доза от естественных источников радиации составляет 2 миллизиверта, причем в разных районах земного шара эта величина варьирует от 0.3 мЗв в Европе и Японии до 250 мЗв в Бразилии, недалеко от Сан-Паулу. Для сравнения дозы радиации излучаемой источниками, которые используются в медицине, составляют основную часть излучений техногенных источников радиации около 0.4 мЗв в год. Так что, по определению, полностью освободиться от естественной радиации, а, следовательно, и избавиться полностью от мутационного процесса, как об этом мечтают экстремисты радиологии, никогда не удастся.

Понятие «радиационный гормезис» было введено в биологию в 80-е годы и, как в гомеопатии, постулировало, что если большие дозы радиации оказывают неблагоприятные эффекты на живые организмы - угнетают деление клеток, рост и развитие, то малые дозы стимулируют практически все физиологические процессы. Конкретные величины малых доз зависят от видовой характеристики, для млекопитающих они лежат в диапазоне до 0.5 Гр. Эксперименты свидетельствуют о том, что под влиянием малых доз ионизирующих излучений естественная продолжительность жизни животных увеличивается на 10-12% по сравнению с адекватным контролем. Сторонники идеи радиационного гормезиса не без оснований считают, что атомная радиация является естественным, постоянно действующим на организм фактором, без которого нормальное существование невозможно, как невозможна жизнь без гравитации, магнитного поля или кислорода.

Не всегда последствия воздействия ионизирующих излучений неблагоприятны для организма. Естественный радиационный фон - не только один из важнейших факторов эволюции живого на Земле, но и необходимое условие существования биологических объектов. Имеется физиологический уровень воздействия излучений, благоприятный для жизнедеятельности. Если культуру парameций (туфельки - семейство инфузорий) изолировать от радиационных воздействий в свинцовом контейнере, в ней резко замедляется процесс деления клеток. После помещения в контейнер с культурой радиоактивного источника, воспроизводящего фоновый уровень радиации, митотическая активность нормализуется.

Существование такого парадоксального явления как радиационный гормезис подтверждено в разных лабораториях и на различных объектах. Гамма облучение в малых дозах стимулирует прорастание семян, вызывает увеличение вегетативной массы растений. Малые дозы активируют иммунную систему у разных видов животных и ключевые мембраносвязанные ферменты, в частности аденилатциклазу, активируют репарационные системы и повышают устойчивость клеток и организма к последующим более высоким дозам облучения.

Поразительное противоречие между издревле широко используемыми в бальнеологии радоновыми ваннами, целебные эффекты которых никто не подвергает сомнению и опасностью радонового облучения давно обсуждается в медицинской и биологической литературе, однако прийти к какому-либо пониманию механизмов этих эффектов вряд ли будет возможно вне идей радиационного гормезиса.

Сокращение продолжительности жизни животных, содержащихся при повышенном уровне воздействия ионизирующих излучений, наблюдалось лишь при суточных дозах, превышавших 0,01 Гр. При меньших уровнях доз, продолжительность жизни даже существенно повышалась. Ежедневное облучение крыс на протяжении всей жизни гамма лучами в дозе 8 мГр привело к повышению продолжительности их жизни на 25 - 30 %. Облучение грудной клетки обезьян в дозе 1 Гр повышало устойчивость животных к дифтерийному токсину. Облучение мышей в дозах 0,05 - 2 Гр понижало их летальность после заражения вирусом инфлуэнцы свиней. После облучения грызунов в дозах до 1 Гр повышалась фагоцитарная активность нейтрофилов, активировался антителогенез.

Эти свойства малых доз излучения проявились и у человека при применении радоновых ванн или при приеме внутрь радоновой воды, когда отмечалась активация иммунных механизмов, и возникало общестимулирующее действие на организм, улучшение разных видов обмена, снижение артериального давления и другие благоприятные эффекты.

Важным проявлением радиационного гормезиса является феномен так называемого адаптивного ответа, заключающийся в повышении устойчивости различных биологических объектов к воздействию поражающих доз радиации в случае предварительного облучения в малой (порядка 0,01 Гр) дозе. Этот эффект проявляется при облучении клеток по выходу хромосомных aberrаций, по выходу мутаций, при

облучении животных по критериям, характеризующим поражение критических систем, по выживаемости животных и т.д.

Стимулирующие эффекты малых доз облучения используются в хозяйственной деятельности. Это облучение куриных яиц в периоде инкубации, приводящее к повышению вылупляемости цыплят, ускорению полового созревания кур, повышению их яйценоскости, а также предпосевное облучение семян, повышающее их всхожесть и урожайность и др.

Эффекты, связанные с проявлением стимулирующего действия малых доз облучения, получили наименование *радиационного гормезиса*.

Проявления стимулирующих эффектов малых доз свидетельствуют о повышении при их воздействии надежности механизмов гомеостаза, в частности, за счет адаптивной (в ответ на повреждение клеток) активации восстановительных процессов в разных системах.

Если гибель клетки после облучения связана, в первую очередь, с повреждением уникальных генетических структур, то в реализации стимулирующего действия радиации большее значение имеет оживление регуляторных метаболических процессов, связанных с мембранными структурами.

Одним из вероятных механизмов, по которым включается эффект гормезиса, является индукция при воздействии малых доз систем репарации ДНК. Благодаря этому могут устраняться не только индуцированные облучением, но и спонтанные повреждения ДНК, что, например, может привести к снижению вероятности развития рака, вызванного не только облучением, но и другими воздействиями.

Наличие феномена радиационного гормезиса позволяет предположить, что риск возникновения рака при малых дозах облучения может реально оказаться ниже, чем принятый сейчас по данным оценки, проведенной на основании экстраполяции с высоких доз (1 случай на 20 чел.-Зв).