

Радиация и здоровье: размышления врача-эксперта

А.К. Гуськова

Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна, Москва

В статье анализируются основные трудности, возникающие при оценке связи клинического синдрома с воздействием радиации. Наиболее просто решаются связи с облучением детерминированных эффектов, особенно в сроки, ближайšie к облучению. Наибольшие трудности касаются неспецифических полифакторных синдромов у лиц пожилого возраста на отдалении от контакта с источниками радиации. Обсуждается практика работы экспертных советов и аргументация заключений, предшествующих принятию решений. Определяются возможные источники пополнения сведений, уточняющих связь с облучением изменений в основных критических органах в связи с облучением или проведением некоторых лечебных мероприятий (трансплантации тканей, повторные переливания компонентов крови, оперативные некрэктомии).

Ключевые слова: доза облучения, экспертиза, детерминированные и стохастические эффекты, риск.

Изготовление и использование источников ионизирующего излучения прочно вошло в жизнь человечества в течение последних ста лет. С первых шагов возникли вопросы о влиянии радиации на здоровье человека. Дискуссия отличалась исключительной остротой и противоречивостью суждений в проблеме исследования влияния различных факторов среды обитания и трудовой деятельности, а также социально-экономических условий жизни на здоровье различных стран и групп населения.

Известно, что в последние годы из 142 млн человек, проживающих в России, за год уходит из жизни около 1 млн людей [1]. Из них 240 тыс. погибают от травм и других несчастных случаев. Предполагают, что около 72 млн населения России проживает в силу ряда причин в экологически неблагоприятной среде, в том числе и вследствие техногенного влияния источников ионизирующего излучения. Их доля в общей смертности составляет около 70 тыс. случаев в год. Оценивалось количество лиц из населения, проживавших на территориях, прилегающих к предприятиям атомной промышленности, АЭС, хранилищам радиоактивных отходов или в зонах, загрязненных сверхрегламентными плановыми и аварийными выбросами предприятий атомной отрасли. Представлялось актуальным оценить, какова роль в изменении состояния здоровья отдельного человека и населения страны в целом от воздействия радиации (табл. 1).

Контингенты с различными формами контакта с этим источником достаточно многочисленны. Это работники атомной промышленности и энергетики, лица, временно привлекаемые для выполнения некоторых специальных работ, в том числе противоаварийных, с теми же источниками. Еще больше по численности контингенты, проживающие поблизости от предприятий атомной отрасли или на загрязненных радиоактивными веществами в результате сверхрегламентных или аварийных выбросов радионуклидов (табл. 2) [2].

Распространенность источников излучения и обширная противоречивая информация о них делают правомочным каждого человека судить о влиянии радиации на его здоровье. Адекватность оценки и ответа на этот вопрос

зависит от источников информации, которыми пользуется человек, его культуры и образования, позволяющих грамотно оценить информацию, а также эмоциональные окраски этой оценки.

Относительно просто решаются вопросы оценки связи с облучением прямых эффектов (общие и местные проявления лучевой болезни) в сроки, ближайšie к моменту облучения. Сведения приводятся в краткой характеристике ОЛБ от относительно равномерного облучения [3–5].

ОЛБ легкой 1 степени тяжести. Ориентировочная доза 1–2 Гр. Первичная реакция непродолжительная. Латентный период может достигать 4–5 недель. Цитопения умеренная, непостоянная. Как правило, наступает полное клиническое восстановление. Летальных исходов нет.

Таблица 1

Индивидуальные годовые риски смерти для населения России

Причины	Подтверждено, млн чел.	Риски	Смертей в год
Все причины	69	$2,0 \times 10^{-2}$ (среднее за 1996–1998 гг.)	1 060 000
Несчастные случаи	69	$3,4 \times 10^{-3}$ (среднее за 1996–1999 гг.)	240 000
Сильное загрязнение воздушной среды	70	$10^{-4} - 10^{-3}$	40 000–70 000
Зона отселения ЧАЭС	0,1 (загрязненные районы Украины, России, Белоруссии)	8×10^{-3}	8
Население вблизи ГХК, СХК, ПО «Маяк»	0,9	$6 \times 10^{-6} - 3 \times 10^{-7}$	<3
Население вблизи АЭС	0,5–1	7×10^{-7}	<0,7

Структура облучения населения некоторых субъектов РФ (1998 г.)

Область	Облучение от природных ИИИ, %	Медицинское облучение, %	Облучение от глобальных выпадений РВ и прошлых радиационных аварий, %	Техногенное облучение от предприятий, использующих ИИИ, %
Зона влияния аварии на ЧАЭС				
Брянская	51,9	37,3	10,8	0,01
Калужская	74,9	24,0	0,9	0,18
Зона ПО «Маяк», включая последствия Кыштымской аварии 1957 г.				
Свердловская	58,7	39,5	1,7	0,14
Челябинская	74,5	24,7	0,6	0,24
Зона влияния испытаний ядерного оружия				
Алтайский край	81,9	17,8	0,29	0,01

ОЛБ средней 2 степени тяжести. Ориентировочная доза 2–4 Гр. Первичная реакция через 4–6 ч у большинства облучавшихся. Скрытый период в пределах 2 недель. Снижение лейкоцитов до $0,5–1,0 \times 10^9/\text{л}$, тромбоцитов до $10\,000–15\,000 \times 10^9/\text{л}$. Возможны инфекционные осложнения. Редкие летальные исходы при отсутствии адекватной медицинской помощи.

ОЛБ тяжелой 3 степени тяжести. Доза соответственно 4–6 Гр. Первичная реакция выраженная, наступает через 20–30 мин. Возможны изменения кожных покровов (гиперемия). Латентный период 7–10 суток. Выражены инфекционные и возможно геморрагические проявления. Клиническое выздоровление, по сравнению с восстановлением картины крови, запаздывает. Больные нуждаются в квалифицированном стационарном лечении. Возможны летальные исходы.

ОЛБ крайне тяжелой 4 степени тяжести. Доза облучения больше 6 Гр. Первичная реакция наступает в первые часы и может длиться до 2 суток. Латентный период 0–7 дней. Наряду с характерными ранними признаками поражения кроветворения (с 6–8 суток), выявляются признаки кишечного синдрома с характерными клиническими проявлениями. Характерны инфекционные геморрагические проявления. Поражения слизистых ротоглотки, дыхательных путей. По мере увеличения дозы возникают признаки тяжелой общей интоксикации, реальные смертельные исходы. Смерть наступает при явлениях полиорганной недостаточности и отека мозга.

Значительно более сложны, даже для специалистов, проблемы установления связи различных полиэтиологических синдромов у пожилых лиц в отдаленные сроки после имевшего место облучения. Охарактеризуем эти контингенты и основные источники ошибок в интерпретации результатов.

Подавляющее большинство населения и даже профессионалов атомной отрасли не имеют четкого представления об уровне природного фона радиации и содержания в организме радиоактивных веществ, не являющихся техногенными. Отсюда, как правило, ошибочное представление о возможной вариабельности природного фона излучения и реальной опасности различного уровня его превышения [6, 7]. Другим источником ошибочной оценки информации является отсутствие у подавляющего большинства населения и даже врачей

количественных данных, характеризующих типичные демографические показатели того или иного региона страны за определенный временной промежуток.

И, наконец, действие ионизирующего излучения отличается от влияния других техногенных и природных факторов, поскольку восприятие энергии излучения не имеет в организме человека специфических органов её рецепции. Информация передается только словом, в той или иной степени адекватно оценивающим количественный уровень энергии и степень ее опасности. Все это указывает на огромную значимость полного объема достоверных сведений, количественно характеризующих радиационный фактор для отдельного человека и групп людей. Необходимы также сведения, опирающиеся на доказательные материалы, устанавливающие достоверные связи между наблюдающимся эффектом (изменения в состоянии здоровья) с пространственно-временным распределением суммарной дозы излучения [3].

Выделяют прямо связанные с действием излучения клинические эффекты: острая и хроническая лучевая болезнь, местные лучевые поражения. Для этой группы биологических эффектов характерна более четкая связь времени выявления и выраженности изменений с величиной дозы и наличие порога, когда эти эффекты становятся более закономерными. Примеры такого рода решений уже вошли в руководства и учебники [5, 8].

При неравномерном облучении указанные выше признаки отягчаются, в первую очередь, симптомами тяжелых местных поражений отдельных сегментов тела, определяющих в том числе и возможность летального исхода [9]. В связи с различием дозы в отдельных участках кроветворной и лимфопоэтической системы типичные для острого периода изменения этих систем со временем трансформируются.

Полезные сведения о пороговых уровнях доз для различных клеток и тканей организма человека могут быть использованы при решении экспертных вопросов. Приводим эти сведения [10].

Клетки и ткани с высокой чувствительностью.

Доза 25–100 рад. Клетки: лимфоциты, незрелые кроветворные клетки, сперматогонии, фолликулярный эпителий.

Ткани и клетки со средней чувствительностью.

Доза 100–200 рад. Клетки крипт тонкого кишечника.

Доза 300–400 рад. Клетки герментативного слоя сальных, потовых желез кожи, эпителий хрусталика.

Доза 800–1000 рад. Эндотелиальные клетки.

Ткани и клетки с низкой чувствительностью.

Дозы свыше 1000 рад. Клетки: различные виды эпителия, клетки печени, нервные клетки, мышечные клетки, костные клетки, клетки соединительной ткани и другие.

Более сложной является оценка действия так называемых малых доз (0,2–0,3 Гр), особенно полученных за длительный промежуток времени. Непосредственные изменения, даже в наиболее радиочувствительных органах и тканях, не достигают индивидуальной значимости. Все эффекты являются полиэтиологическими и требуют анализа всей совокупности факторов риска с попыткой выделить вклад радиационного фактора. Подобного рода попытка оценить вклад радиационного фактора для населения Великобритании была предпринята известным радиобиологом Э. Почином, длительно сотрудничавшим и в международных организациях, изучавших эту проблему [11].

На основании многочисленных исследований различных факторов, влияющих на здоровье человека, совершенно очевидной стала необходимость четкой дифференциации контингентов. Только при сравнении отдельных групп становилось возможным оценить значимость радиационного фактора, существенно изменявшего демографические показатели группы по частоте этого явления, зависящего от величины дозы. Выделялись группы лиц с наиболее интенсивным непродолжительным облучением, в том числе и с формированием у части из них детерминистских эффектов радиации. Это персонал атомной отрасли в период ее становления. Контингент этот отличался не только по частоте и выраженности прямых эффектов радиации в более ранние сроки, но и превышением над ожидаемой частоты стохастических эффектов (опухоли) в отдаленные сроки, даже по прекращении облучения.

Возникла необходимость также дифференцировать лиц, вовлеченных в контакт с радиацией, в особых условиях противоаварийных или некоторых специальных работ при наименее полной характеристике условий облучения и реализации так называемой аварийной дозы за короткий срок. К этой группе должны быть причислены военнослужащие, выполнявшие некоторые дополнительные технологические манипуляции на реакторах, транспортируемых на атомных подводных лодках, с особыми правилами действия при возникновении аварийной ситуации, а также подразделения «особого риска».

Достаточно многочисленной в настоящее время и с уже значительной длительностью наблюдения является персонал атомной отрасли, приступивший к работе после закономерного планомерного снижения нормативов и уровней профессионального облучения до величин, незначительно превышающих максимальные уровни природного фона. Для этой группы лиц в качестве нормативной принята величина в 20 мЗв за год. Суммарная доза за 50 лет профессиональной деятельности не может выйти у них за величину в 1 Зв, что принимается как приемлемый уровень. Понятием приемлемости обобщается представление о близости показателей здоровья к таковым для не облучающегося населения. За прошедшие годы накоплены и реальные сведения о том, что подобные величины доз при наблюдении в течение полувека

не вызывают изменений в состоянии здоровья, которые бы отличали существенно этих лиц от не облучавшегося населения. Так, например, население когорты по реке Теча при максимальной дозе небольшой части лиц порядка 0,4 Зв, выявило лишь находящееся на грани достоверности учащение солидных опухолей на 1,5–2,0 % по сравнению с контролем [12]. Количество случаев лейкоза в той же группе было 70 за 60 лет наблюдения, что при редкости этого заболевания обнаруживало некоторые достоверные его учащения у облучавшейся когорты за отдельные годы. Наибольшие трудности в установлении связи между заболеваниями человека и имевшим место в прошлом облучении возникают именно у категории лиц пожилого возраста с наличием у них типичных по своей распространенности социально-значимых болезней. Это такие нозологические формы, как гипертоническая болезнь, атеросклероз, разнообразные синдромы остеоартроза, болезни пищеварительного тракта. Сроки их возникновения, последующее течение и частота осложнений не отличались существенно от таковых у не облучавшегося населения. При несколько большей частоте выявления число летальных исходов было даже несколько ниже, чем в контроле. Это говорит о преимуществах расширенного выявления заболеваний на ранних стадиях и адекватности лечебно-профилактических мер у облучавшихся лиц [6].

Как следует из приведенных данных, оптимальным для решения вопроса о связи заболевания с облучением является наличие персонализированных сведений по этим вопросам для каждого человека. К сожалению, это не всегда реально. Приходится принимать решения, опираясь на данные радиоэпидемиологических исследований у групп лиц, близких к заявителю по условиям облучения и характеру заболевания. Делались попытки выделить группу риска только на основании модели расчета этого риска по дозе. Стремилась также максимально автоматизировать эту информацию в качестве ориентировочной подсказки о возможном риске для той или иной дозы на основании модели АРМИР [12, 13]. Однако избранный для практического изучения низкий уровень доз, малая численность группы наблюдения в современных условиях среди всех облучавшихся в еще более низкой дозе делает этот прием малоцелесообразным. Основное число возможных опухолей будет развиваться в другой большей группе в силу возможной концентрации в ней общих факторов риска, а не только минимально значимого радиационного фактора. В поздние сроки должна быть предпринята попытка биологической индикации дозы у конкретного пациента по одному из доступных приемов: частота хромосомных аберраций, показания ЭПР эмали зубов. Однако и эти приемы также лишь обосновывают принадлежность пациента к избранной группе сравнения, но не дают категорического ответа о связи его заболевания с облучением. Сохраняется приоритет клинического размышления над всей совокупностью данных: расчетный и реальный риск, характерная клиническая картина, соответствующая особенностям формирования дозы облучения, наличие сведений по некоторым радиоэпидемиологическим когортам.

Принимается во внимание близость таких параметров, как типичный возраст возникновения опухоли, лечебные меры и характер исходов в различные сроки от момента выявления заболевания в той или иной ста-

дии развития [13]. По этой группе лиц, их заболеванию и уровню доз обосновывают отрицательные решения о связи между ними. Это отличает современный этап экспертных решений от периода, когда любое заболевание независимо от уровня доз и сроков выявления признавалось связанным с воздействием радиации. Это касается и онкологических заболеваний, также являющихся по своему происхождению полиэтиологическими.

Приводим сведения о возможной частоте развития рака при суммарной дозе 100 рад для различных органов человека (табл. 3) [14].

Таблица 3
Вероятность заболевания смертельной формой рака после получения радиационной дозы, равной 1 Зв

Ткань или орган	Фактор риска, Зв ⁻¹
Мочевой пузырь	0,0030
Костный мозг (лейкемия)	0,0050
Поверхность кости	0,0005
Молочная железа	0,0020
Толстая кишка	0,0085
Печень	0,0015
Легкие	0,0085
Пищевод	0,0030
Яичники	0,0010
Кожа	0,0002
Желудок	0,0110
Щитовидная железа	0,0008
Другие органы	0,0050
Всего	0,0500

Нам кажется искусственным полное обособление радиационного фактора от закономерно связанных с ним других воздействий, сопутствующих участию в радиационной аварии. Нельзя не анализировать уровень подготовки человека в обеспечении радиационной безопасности, наличие у него знаний о влиянии радиации на организм, изменения типа трудовой деятельности и режима жизни в момент участия в противоаварийных работах [15]. Существенно изменяются все эти параметры и у человека, прекратившего кратковременный контакт с радиацией в период участия в противоаварийных и некоторых других специальных работах. По мере удаления от того периода и естественного старения человека в жизнь его властно входят и другие неблагоприятные распространённые факторы риска. Значимость радиационного фактора отступает на задний план.

Сохраняется и в поздние сроки необходимость целенаправленного внимания к обстоятельствам имевшего место облучения, если клинический синдром и в поздние сроки проявляет признаки, характерные для остаточных повреждений критических для облучения органов и систем.

Специальному обсуждению подвергаются возможные связи с имевшим место в прошлом облучением остаточные признаки поражения кроветворной системы. Это элементы миелодиспластического синдрома, несостоятельность системы, выявляющаяся при дополнительных нагрузках и, наконец, трансформация всех

этих изменений в один из типичных вариантов лейкоза. Представляется необходимым ретроспективный анализ связи с облучением стойкой мужской стерильности, не находящей себе объяснения других патологических процессов нелучевой природы. В качестве последствий тяжелых местных поражений с вовлечением в процесс сосудисто-нервных пучков в зоне высокой дозы могут рассматриваться ситуации последствий терапевтического облучения или отдельных несчастных случаев со своеобразным расположением источника в указанном сегменте [9].

Подобного рода размышления возникают у эксперта и служат предметом острой дискуссии при обсуждении окончательного решения для пациентов подобного рода на экспертных советах. Мы попытались сосредоточить внимание на наиболее трудных ситуациях, которые требуют расследования для уточнения предположения о возможной связи патологического процесса с облучением. Еще раз напомним, что эти трудности касаются преимущественно лиц пожилого возраста, обратившихся за медицинской помощью, и для решения этих вопросов в поздние сроки. Опыт работы экспертных советов указывает, что отрицательные решения о связи этой группы болезней с облучением не просто преобладают, но и получают в последнее время новые доказательства их правомочности [16].

Литература

1. Величковский, Б.Т. Жизнеспособность нации. Взаимосвязь социальных и биологических механизмов в развитии демографического кризиса и изменений здоровья населения России / Б.Т. Величковский. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: РАМН, 2012. – 255 с.
2. Ядерные технологии и экологические проблемы России в XXI веке. – М.: ИБРАЭ РАН, 2001. – 26 с.
3. Гуськова, А.К. Лучевая болезнь человека / А.К. Гуськова, Г.Д. Байсоголов. – М.: Медгиз, 1971. – 384 с.
4. Гуськова, А.К. Первые шаги в будущее вместе: атомная промышленность и медицина на Южном Урале / А.К. Гуськова, А.В. Аклеев, Н.А. Кошурникова ; под общ. ред. А.К. Гуськовой. – М., 2009. – 183 с.
5. Радиационная медицина : руководство для врачей-исследователей и организаторов здравоохранения. – Т. 2. Радиационные поражения человека / под общ. ред. Л.А. Ильина. – М.: ИздАТ, 2001. – 432 с.
6. Линге, И.И. Смертность населения России и атомная энергетика как фактор риска / И.И. Линге, Е.М. Мелихова, В.А. Губанов // Известия Российской академии наук. Энергетика. – 1999. – №1. – С. 110–120.
7. Российский национальный доклад «25 лет Чернобыльской аварии. Итоги и перспективы преодоления ее последствий в России 1986–2011» / под общей ред. С.К. Шойгу, Л.А. Большова. – М.: Мин. РФ по ГО, ЧС и ЛПСБ, 2011-160с.
8. Барабанова, А.В. Радиационные поражения человека. Избранные клинические лекции : метод. пос. / А.В. Барабанова [и др.] ; под ред. А.Ю. Бушманова, В.Д. Ревы. – М.: Слово, 2007. – 171 с.
9. Надежина, Н.М., Лечение острых лучевых поражений / Н.М. Надежина, И.А. Галстян ; под ред. проф. К.В. Котенко и проф. А.Ю. Бушманова. – М.: ФГБУ ГНЦ – ФМБЦ им. А.И. Бурназяна, 2013. – 99 с.
10. Лушников, Е.Ф. Современная лучевая патология человека: проблемы методологии исследований, этиологии, патогенеза и классификации / Е.Ф. Лушников, А.Ю. Абросимов. – Обнинск: ФГБУ МРНЦ Минздравсоцразвития России, 2012. – 236 с.

11. Pochin, Ed. Nuclear radiation: risk and benefits. Clarendon Press. Oxford, 1983. Monographs on science, technology and Society.
12. Иванов, В.К. Риски цереброваскулярных заболеваний среди ликвидаторов аварии на ЧАЭС / В.К. Иванов [и др.] // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2005. – Т. 45, № 3. – С. 261.
13. Гуськова, А.К. Авария Чернобыльской атомной станции (1986–2011 гг.): последствия для здоровья, размышления врача / А.К. Гуськова, И.А. Галстян, И.А. Гусев ; под общ. ред. член-корр. РАМН А.К. Гуськовой. – М.: ФМБЦ им. А.И. Бурназяна, 2011. – 253 с.
14. Вальстрём, Б. Излучение, здоровье и общество / Б. Вальстрём. – МАГАТЭ, 1998. – 56 с.
15. Буйков, В.А. Психическое здоровье населения Южного Урала, подвергшегося радиационному облучению (клинико-динамический, реабилитационный, превентивный аспекты) / В.А. Буйков [и др.]. – М.: Фрегат, 2007. – 302 с.
16. Ильин, Л.А. Техногенное облучение и безопасность человека / Л.А. Ильин [и др.] ; под ред. Л.А. Ильина. – М.: ИздАТ, 2006. – 304 с.

A.K. Gus'kova**Radiation and Health: Reflections of Physician-Expert**

State Research Center – Federal Medical Biophysical Center after A.I. Burnazyan, Moscow

Abstract. The main difficulties at an assessment of connection of a clinical syndrome with radiation exposure are analyzed. Most simply the problem is solved for connection of the determined effects with radiation exposure especially for the time periods shortly after the exposure. The greatest difficulties concern nonspecific polyfactorial syndromes in elderly individuals being at a distance from contact with radiation sources. Practice of the activities of advisory councils and argumentation of conclusions preceding decision-making is discussed. Possible sources are defined for the replenishment of the data specifying connection of the changes in the main critical organs with radiation exposure in relation with radiation exposure or carrying out some medical actions (transplantation of tissues, repeated transfusions of blood components, surgery).

Key words: exposure dose, expertise, determined and stochastic effects, risk.

Гуськова А.К.
E-mail: guskova@fmbcfmba.ru

Поступила: 17.10.2013 г.