

**ИОНИЗИРУЮЩАЯ РАДИАЦИЯ И ЗДОРОВЬЕ:
ЧТО СЕГОДНЯ НЕОБХОДИМО ЗНАТЬ ОБЫЧНОМУ
ЧЕЛОВЕКУ**

Тимченко О.И.

Государственное учреждение «Институт гигиены и
медицинской экологии им. А.Н. Марзева Национальной
академии медицинских наук Украины, г. Киев

Предисловие

Какие уроки должны люди извлечь после катастрофы на атомной электростанции Фукусима? Какое послание и наследие должны быть переданы будущим поколениям о ядерной катастрофе?

Проблема пост-фукусимского периода, это не простой вопрос для поколений за и против ядерной энергетики. Катастрофа и умение справиться с её последствиями, подняли ряд критических вопросов такие, как современности, научно-технологические вопросы и цивилизация, взаимоотношения науки и политики, окружающей среды и общества, правительства и граждан, взаимосвязь между локальностью и земным шаром, международное общество и национальное государство, культура и характер, и так далее. Эти вопросы должны стать предметом обмена опытом с зарубежными коллегами для дальнейшего рассмотрения. Объединившись мы смогли бы быстрее найти правильные ответы.

Наиболее актуальным вопросом является вопрос эвакуированных из Фукусимы, число которых по-прежнему, по данным агентства по реконструкции Японии, не менее чем 150 тысяч. Число эвакуированных должно быть намного больше (на 40-50 тысяч человек), включая и тех, кто эвакуировались добровольно. Большинство эвакуированных, будучи многодетными семьями из сельской местности, теперь живут отдельно в небольшом временном жилье в городской или пригородной области без определенности и понимания своей дальнейшей судьбы, в старой или новой родине. Судьба их зависит от количества совсем неизвестной единицы измерения; Зиверт/милли-Зиверт или микро-Зиверт.

Ядерная катастрофа эта война против невидимого врага. Люди, видя и слыша новую и неизвестную им информацию каждый день в СМИ, остаются в полном неведении, хотя и имеют в полной мере доступ к информации. Именно эта информация должна в первую очередь трансформироваться в знания.

За 25 лет до аварии на Фукусиме, Чернобыльская катастрофа произошла в Советском Союзе. Большинство японцев были серьёзно потрясены произошедшем, однако, с тех пор прошло не мало времени и люди позабыли о давней трагедии. Катастрофа обратилась бедствием для других-чужих им людей. В результате, люди мало что узнали о тех последствиях и не извлекли из них никаких уроков. Несмотря на это, те,

кто пережили катастрофу, столкнулись с каждодневной действительностью; неизбежных последствий и радиационным облучением на протяжении всего периода с момента аварии. Между тем, Советский Союз перестал существовать и пострадавшее население столкнулось с новой действительностью, став гражданами новых независимых государств: России, Беларуси и Украины.

Центр Славянских Исследований при Университете Хоккайдо, недавно запустил совместный исследовательский проект "Катастрофа и возрождение региона после стихийных бедствий: Чернобыль, Айка, и Фукусима"; цель данного проекта заключается в извлечении уроков из катастроф для всего мира и будущих поколений для борьбы с невидимым врагом. Данная брошюра является первой совместной работой, написанной учёными Украины и Японии и предназначенной для общественности, чтобы сформулировать ответы на практические вопросы в эпоху ядерной гражданской защиты от невидимого врага; радиоактивного облучения.

Автор данной брошюры Ольга И. Тимченко, старший научный сотрудник "Института гигиены и медицинской экологии им. А.Н. Марзеева" относящегося к «Национальной академии медицинских наук Украины», г. Киев. Краткую биографию Ольги И. Тимченко, можно найти на первых страницах брошюры.

Далее я описываю краткую историю буклета. В марте 2013 года, я посетил несколько исследовательских институтов радиологии в Киеве. Целью визита было освоение глобальной картины исследований Чернобыльской АЭС в Украине, с целью впоследствии передать опыт и знания японцем; особенно тем, кто пострадал от аварии на Фукусиме. Ольга И. Тимченко, играет ведущую роль в исследованиях влияния радиоактивности на экологию, в институте им. А.Н. Марзеева. Она была ключевой фигурой среди тех, кого я встретил там, и я попросил её написать конструктивное эссе о влиянии малых доз радиации. Ольга с удовольствием согласилась на моё предложение; "Украинский народ благодарен японскому народу, помогшему детям Украины. Теперь настало время и для нас, ответить вам взаимностью."

Данный буклет содержит опыт и знания людей Украины, живущих уже четверть века после ядерной катастрофы. Этот урок необходим для нас. Тем не менее, мы должны продолжать совершенствовать свои знания дальше, на основе нашего собственного опыта, потому что каждый народ и

земля имеет свой индивидуальный характер, менталитет и своё физическое построение. По мнению Ольги, баланс питания имеет важное значение для предотвращения разных эффектов радиоактивных доз. Мы должны принять во внимание - что питание во многом отличается от народа к народу, или даже от области к области, и может от сезона к сезону меняться на той или иной территории. Японская культура питания богата морепродуктами, хотя молодое поколение в меньшей степени придерживается этой традиции. В любом случае, эта брошюра, служит нам в качестве основного ориентира для повышения грамотности-понимания в сфере защиты от радиоактивного облучения.

Таким образом, я выражаю глубокую признательность Ольге И. Тимченко. А также, я выражаю благодарность Масуми Такарагава, ответственной по вопросам Чернобыльской АЭС в посольстве Японии в Киеве, за её организацию моего визита в Киеве, в марте 2013 года. Без её помощи моё пребывание в Киеве было бы не столь успешным. Я также благодарю её семью за гостеприимство которое было незабываемым, отдельная благодарность её мужу Ута, за приготовленные им блюда грузинской кухни.

Отдельная благодарность, Тетсудзи Иманака, в Научно-исследовательском институте реактора университета Киото, и Дэвиду Вольфу, в Центре славянских исследований при Университете Хоккайдо, за их ценные замечания по поводу японского и английского перевода оригинальной статьи, написанной на русском языке. Перевод на японский и английский языки, с русских текстов осуществил Такаси Иэда, который также являлся и моим переводчиком в Украине, в марте. Его работа по подготовке данной брошюры была полностью добровольной.

Ответственность за данные переводы и их руководителем являюсь я, Осаму Иэда. Любая критика, комментарии и предложения приветствуются!

Я надеюсь, что эта брошюра поможет улучшить наше понимание и усовершенствовать наши знания в вопросах связанных с радиоактивностью во всем мире, для успешной борьбы с невидимым врагом.

Саппоро, ноябрь, 2013

Осаму Иэда
(Профессор Центра славянских исследований Университета Хоккайдо)

Содержание

1. Вступление	79
2. Время Чернобыля – взгляд обычного киевского жителя	80
3. Ионизирующее облучение как источник влияния на организм человека	81
4. Направления профилактики негативного влияния ионизирующей радиации на здоровье населения	92

1. Вступление

Глубокоуважаемый читатель в далекой Японии!

Разрешите высказать Вам и Вашим соотечественникам мое соболезнование по поводу тяжелой беды, которая постигла Вашу страну в 2011 году. Надеюсь, что присущие японскому народу стойкость, трудолюбие, организованность помогут пережить все, выстоять и много последующих столетий оставаться таким же мудрым и выдержанным, как это следует из кинофильмов и книг о вашей стране .

Несколько слов о себе. Я родилась на юге Украины в Запорожской области во время Второй мировой войны. Мама училась в медицинском институте, отец работал агрономом, а я жила с родителями мамы – преподавателями русского языка. После окончания средней школы я два года работала, затем поступила в медицинский институт и закончила его в 1969 г. по специальности «терапия». Последние 35 лет работаю в Институте гигиены и медицинской экологии Национальной академии медицинских наук Украины. Степень кандидата медицинских наук я получила в 1981 г. по специальности «радиобиология», а доктора медицинских наук в 1992 г. – по специальности «генетика» и «гигиена». Считаю, что именно сочетание специальностей позволяет достаточно широко мыслить и получать научные и практические результаты на стыке наук.

С 1992 г. по настоящее время заведую лабораторией генетической эпидемиологии. Тематика лаборатории посвящена изучению генетических процессов среди населения Украины и их влияния на здоровье, определению частот врожденной патологии среди новорожденных, поиску возможностей предупреждения репродуктивных потерь вследствие генетических расстройств. Результаты исследований коллектива лаборатории представлены в 19 монографиях, из них 14 – серия «Генофонд и здоровье». За это время в лаборатории подготовлены 16 кандидатов и 7 докторов наук.

С искренним уважением. Автор.

2. Время Чернобыля – взгляд обычного киевского жителя

Как известно, до 1986 г. в СССР не допускалась даже мысль о возможности такой крупной аварии на атомной электростанции. От населения скрывали также сведения об аварийном загрязнении радионуклидами бассейна р. Теча (Урал). Атом считался мирным.

Во второй половине дня 28.04.1986 г. директор института, в котором я работала, сообщил сотрудникам, что на Чернобыльской станции произошла авария, но «хотя реактор и разрушен, ситуация остается управляемой, а также к счастью для киевских жителей радиоактивное облако ушло на запад». Я почему-то сосредоточилась на словах об управляемости ситуацией при разрушенном реакторе и находилась в заторможенном состоянии несколько часов. Потом сообразила, что эта информация неправдива, такого быть не может, значит надо что-то делать.

Дочь вместе со своим мужем находилась в Крыму в туристическом походе. Но у моего брата было двое детей – 4 и 7 лет. Я немедленно связалась с ним и через сутки четверо детей (племянники и дети близких знакомых) уже уехали к моим родителям под Запорожье. Эти дети не получили радиоактивное облучение йодом. Нашла на работе запасы йодистого калия и раздала многим сотрудникам института. Но нет пророка в своем отечестве – некоторые родственники отказались его пить, считая, что я сею панику. То-есть, они слушал радио, смотрел телевизор, где показывали отдыхающих на берегу Днепра киевлян с детьми и также, как основная часть населения, считали, что ничего опасного не произошло. Население не информировали должным образом, допускаю также, что, может быть, люди, имеющие власть, как и мои родственники, не понимали до конца степени опасности происшедшего.

Уже позже из Киева стали увозить детей. На каждую женщину, ведущую ребенка по улице, прохожие смотрели с осуждением, как на мать, которая не выполнила свой долг и не защитила дитя от опасности.

С целью дезактивации улицы (а я свою квартиру) часто мыли. Говорят, что овощи в Киев завозили с южных районов, не подвергшихся загрязнению.

Со времени аварии прошло много лет. Но в душе у меня никогда не

исчезнет чувство недоверия к официальным сообщениям о других авариях. Последующие события в нашей стране (смена уклада жизни, развал экономики) подтвердили, что я имею все основания полагать, что в момент опасности для моего благополучия и, возможно, жизни, власть предаст меня в угоду своим корпоративным, неизвестным мне интересам.

Вывод. Старайся получить информацию о важных для тебя событиях из разных источников. Консультируйся с независимыми экспертами и только после этого принимай решение.

3. Ионизирующее облучение как источник влияния на организм человека.

Согласно Резолюции Генеральной Ассамблеи Организации Объединенных Наций (ООН) (1979) здоровье населения – единственный критерий целесообразности и эффективности всех без исключения сфер деятельности человека. В Повестке дня на XXI век (Рио-де-Жанейро, 1992), подписанной представителями практически всех государств мира, указано, что люди имеют право на здоровье, творческую жизнь в гармонии с природой при справедливом удовлетворении экологических и экономических потребностей теперешнего и будущих поколений.

Среди возможных факторов формирования здоровья, в том числе и репродуктивного, существенное влияние принадлежит факторам окружающей среды. В их перечне электромагнитное поле занимает особенное место. По мнению Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ, 1984) человек живет в электромагнитном поле, интенсивность которого на порядки выше уровня природного. Поскольку каждая клетка и в целом организм также является источником электромагнитного излучения, образовавшаяся в настоящее время электромагнитная среда может рассматриваться как препятствие, мешающее нормальному функционированию организма человека и других биологических систем.

По определению, данному Научным комитетом по действию атомной радиации ООН (НКДАР ООН, 2000), ионизирующими называют электромагнитные волны и частицы, которые способны ионизировать, то

есть выбивать или возбуждать электроны в атомах и молекулах той среды, в которой они распространяются.

Ионизирующие излучения по происхождению делятся на электромагнитные (рентгеновское, гамма-излучение) и корпускулярные (бета-частицы – электроны и позитроны, протоны – ядра водорода, дейтроны – ядра тяжелого водорода дейтерия, альфа-частицы, тяжелые ионы и т.д.). К корпускулярным излучениям относят также нейтроны, которые сами не имеют заряда, но опосредованно вызывают ионизацию.

Точное физическое определение дозы ионизирующего излучения стало возможным в 1928-1929 гг. после внедрения ионизационного метода дозиметрии и международной единицы «рентген». Начали накапливаться данные о том, что влияние ионизирующего облучения разных видов в равной дозе на биологические объекты вызывает количественно, а иногда и качественно разные эффекты, что связано с пространственным распределением энергии в том объеме биологического вещества, который облучается. Для количественного сравнения биологического действия разных видов ионизирующего облучения введено понятие относительной биологической эффективности (ОБЭ) – это относительная (в сравнении с рентгеновским облучением) возможность при равной поглощенной дозе вызвать лучевое поражение разной степени тяжести.

Согласно рекомендациям Международной комиссии по радиационной защите основной дозиметрической единицей является единица поглощенной дозы (Д): энергия, измеренная в Джоулях, поглощенная единицей массы (кг). Она имеет специальное название Грей (Гр).

Существуют понятия эквивалентной и эффективной доз. Эквивалентная доза – поглощенная доза, осредненная на ткань или орган и взвешенная по качеству облучения (Нт), то есть Нт определяется с учетом вида излучения, для чего вводится специальный коэффициент – радиационный взвешенный фактор W_r . Единицей эквивалентной дозы является Дж/кг, который имеет специальное название Зиверт (Зв).

Установлено, что связь между вероятностью эффектов и эквивалентной дозой зависит от облучаемого органа или ткани. Для учета этого фактора было введено понятие тканевого взвешенного фактора W_t . Дважды взвешенная поглощенная доза получила название эффективной

дозы (Э) Эффективная доза также измеряется в Дж/кг (Зв) и является суммой взвешенных эквивалентных доз во всех тканях и органах тела.

Для измерения дозы от радионуклидов применяют понятие их активности (А), которая измеряется в Беккерелях (Бк) и является средним количеством спонтанных ядерных превращений в единицу времени.

В настоящее время с ионизирующими излучениями контактирует очень большое количество населения в каждой стране, а в будущем возможно только увеличение его численности.

Немного о природном радиационном фоне. Радиоактивные элементы вошли в состав Земли от момента ее образования, поэтому природный радиационный фон – облучение, вызванное природными радионуклидами и космическими источниками – всегда присутствовал на планете. Считается, что зарождение живой материи, эволюция биологических видов, в т.ч. и человека, происходили в океане электромагнитных волн. Все живые существа на Земле постоянно находились и находятся под влиянием природного ионизирующего и неионизирующего излучения.

Уровни природного радиоактивного фона различны в зависимости от геологической структуры территории – усредненная глобальная радиационная нагрузка равна 2,4 мЗв на человека ежегодно. До $\frac{3}{4}$ этой дозы формируется за счет радона. Радон внутри помещений (особенно подвальных, цокольных, на первых этажах зданий) накапливается вследствие выделения из грунта, строительных материалов, сжигания газа и др.

Источником природного излучения могут быть поверхностные и подземные воды.

До 15% радиационной нагрузки формируется за счет радиоактивного калия (^{40}K), который является составным элементом многих растительных и животных продуктов. В животных продуктах также находят в небольшом количестве радий (^{226}Ra), полоний (^{210}Po), свинец (^{210}Pb). Радиоактивность тела человека обусловлена присутствием в нем всех радиоактивных изотопов, встречающихся в биосфере, в первую очередь, калия, углерода, водорода.

Космическое пространство и поверхность Солнца – тоже источники ионизирующего излучения.

Хозяйственная деятельность человека создала дополнительные к естественным источники ионизирующей радиации. Профессиональные нагрузки наблюдаются при промышленной переработке природного сырья – угля, нефти, фосфатов и т.д. Использование угля обуславливает радиационные нагрузки не только на рабочих, но и в целом на население. Источники ионизирующей радиации широко используются в медицине при диагностических и лечебных процедурах.

Следует вспомнить о последствиях испытаний ядерного оружия и аварий на атомных электростанциях.

Систематическое изучение биологических эффектов ионизирующей радиации началось с открытием рентгеновских лучей. Свидетельства мутагенного влияния (изменения наследственных структур живой клетки) при их действии были представлены в первой трети XX столетия. В настоящее время установлено, что медико-биологические последствия поглощенной дозы зависят от величины дозы, вида излучения, распределения дозы во времени и по телу, длительности облучения.

Для объяснения механизмов наблюдаемых эффектов была предложена теория мишени, которая исходила из представлений о прямом действии излучения. Считалось, что случайное попадание квантов ионизирующего излучения в чувствительные микрообъемы клетки (мишени) вызывает ионизацию, результатом которой является мутация гена. То есть, задолго до открытия роли дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) теория позволяла утверждать, что ген должен быть представлен макромолекулой. Позже выяснилось, что попадание квантов не приводит к немедленному разрыву хромосомы. Вначале в них появляются локальные потенциальные повреждения, и только часть из них через некоторое время реализуется в генные мутации или повреждения хромосом.

Параллельно во второй половине XX столетия выявляются факты, свидетельствующие об опосредованном действии радиации. Показано, что повреждения ДНК возникают вследствие действия продуктов радиолиза воды: гидроксильного радикала и гидратированного электрона. При этом развиваются цепные окислительные реакции свободно-радикального типа, продукты которых поражают как хромосомы, так и мембраны клетки.

Необходимо также знать, что в ответ на любое негативное

воздействие развивается неспецифическая адаптационная реакция, организм пытается приспособиться к изменившимся условиям существования. Повреждение является результатом поражения ионизирующей радиацией (или другим фактором) и восстановительных процессов, развивающихся при этом. Считают, что в области низких доз ионизирующего излучения адаптивные процессы устранения первичных радиационных повреждений ДНК превалируют над реакциями, направленными на усиление указанных повреждений.

Следует заметить, что эволюционно в связи с необходимостью поддерживать генетическое постоянство в ряду поколений, в организме сложилась многокомпонентная антимутагенная система, работа которой направлена на предупреждение генетических повреждений и восстановление от них. Первый ее уровень – ферментные системы клетки (например, каталаза, супероксиддисмутаза), защищающие наследственные структуры от повреждения свободными радикалами, возникающими при неблагоприятных воздействиях, в том числе и при облучении; второй – те, которые исправляют повреждения (системы репарации ДНК). Полагают, что в восстановлении ДНК от повреждений участвуют около 200 генов. И, наконец, стабильность генетических структур обеспечивают системы, работающие на уровне организма (церулоплазмин, интерферон).

Таким образом, системы антимутагенеза в организме достаточно надежно функционируют. Но все повреждения они исправить не могут. Существуют так называемые нерепарабельные повреждения. Кроме того восстановление генетических структур может происходить с ошибками. В то же время, благодаря работе иммунной системы, значительная часть не восстановленных клеток, удаляется из организма.

Следует также помнить о том, что емкость антимутагенных систем организма, не рассчитана на длительное антропогенное давление и может истощаться. В этом случае возможно увеличение темпа мутагенеза.

Важное место в деятельности антимутагенных систем на уровне организма занимает щитовидная железа. Известно, что гормоны щитовидной железы участвуют в обеспечении клеток и тканей организма энергией, что необходимо и при восстановлении ДНК; в процессах репродукции и антиканцерогенеза; влияют на реализацию потенциальных

повреждений хромосом, вызванных ионизирующей радиацией, тем самым уменьшая частоту клеток с поврежденными хромосомами. Показано также, что в ответ на действие внешних факторов низкой и средней интенсивности происходит усиление гормональной функции щитовидной железы в 1,5-2,0 раза, что является составной частью неспецифической адаптационной (приспособительной) реакции организма.

С другой стороны, справедливо будет отметить, что за последние десятилетия накапливаются свидетельства того, что предварительное воздействие ионизирующего облучения в малой дозе вызывает снижение числа генетических повреждений и увеличение жизнеспособности клеток млекопитающих при повторных облучениях. При этом адаптивный ответ, пролиферация клеток, стимуляция метаболизма рассматриваются в рамках представлений о неспецифических реакциях, возникающих в ответ на внешние влияния. Адаптационные реакции иммунной системы при общем облучении организма наблюдаются в диапазоне до 0,2-0,3 Гр, а при локальном облучении – до 1-2 Гр.

В настоящее время принято считать, что во влиянии радиации на организм следует различать два типа медицинских эффектов Первые – нестохастические, которые имеют дозовый порог (лучевые ожоги, лучевая болезнь, катаракта). К таким эффектам причисляют и врожденные пороки развития у детей, облученных внутриутробно. При этом сила эффекта находится в прямой зависимости от полученной дозы и ее мощности. Вторые – стохастические (вероятностные), к которым относят возникновение опухолей и генетических заболеваний. Считается, что они не имеют порога и их может вызвать влияние фактора в любой наименьшей дозе. При этом от величины дозы зависит не сила проявления эффекта, а частота его возникновения.

Однако, принимая во внимание существование в организме базисных механизмов, которые обеспечивают устойчивость живых систем к действию негативных факторов и адаптацию к изменчивым условиям окружающей среды (например, работу систем антимутагенеза, неспецифическую адаптационную реакцию), можно считать, что имеются достаточно веские основания для мнения о том, что существует индивидуальный порог проявления негативного влияния облучения. Его величина может зависеть

от генетической чувствительности индивидуума к влиянию негативного фактора, в т.ч. ионизирующей радиации; от функционального состояния организма во время воздействия этого фактора (степени согласованности работы ферментов, восстанавливающих ДНК, неспецифических факторов защиты, иммунной системы и т.д.), может быть еще от каких-то в настоящее время нам неизвестных составляющих.

Относительно популяции в целом, то в достаточно большой группе всегда найдутся люди, которые имеют повышенную чувствительность, в т.ч. к ионизирующей радиации, с низкой устойчивостью к повреждениям, обусловленной генетически или приобретенной в течение жизни. Поэтому на популяционном уровне стохастические эффекты можно считать беспороговыми.

Особенное значение дозовый порог приобретает при облучении в малых дозах при низкой мощности излучения. По отношению к здоровью человека малыми принято было считать дозы до 0,2 Зв, не вызывающие видимых нарушений жизнедеятельности, а в последнее десятилетие диапазон малых доз снижен до 0,1 Зв и меньше. Низкой считают мощность эквивалентной дозы, которая обуславливает меньше 0,1 Зв/год. Накопленные в течение жизни эквивалентные дозы не должны превышать 1 Зв.

Следует заметить, что облучению в больших дозах при значительной мощности население подвергается в военное время при применении атомного оружия, на ранних этапах крупных аварий на атомных электростанциях и предприятиях, вырабатывающих ядерные материалы и перерабатывающих ядерные отходы. В остальных случаях население и профессиональные работники подвергаются облучению именно в малых дозах.

Оценка значимости влияния на организм человека облучения в малых дозах в настоящее время базируется на линейной беспороговой концепции, которая считает правомерной экстраполяцию данных, полученных при облучении в больших дозах, на область малых доз и допускает, что любое увеличение поглощенной дозы приводит к повышению вероятности возникновения онкологических заболеваний или врожденной патологии. Возможности адаптивных и компенсаторных процессов, происходящих в

клетках, тканях, органах и, наконец, на уровне организма, не принимаются во внимание. Между тем, именно восстановительные процессы, соотношение повреждения и восстановления обуславливают развитие повреждения или возвращение к норме. Однако, использование этой концепции считается гуманным, поскольку завышает возможные риски отдаленных последствий.

Результаты исследований молекулярно-клеточных эффектов облучения в малых дозах позволяют утверждать, что хроническое облучение является менее повреждающим вследствие активации восстановительных систем. Основа эффектов ионизирующего облучения в малых дозах – реакции, инициируемые свободно-радикальными процессами в мембранах цитоплазмы и ядра. Но длительные воздействия в конце концов могут приводить к напряжению и истощению нервной, эндокринной, иммунной, кроветворной систем. Результаты исследований свидетельствуют, что реакция организма на такой фактор, как облучение в малых дозах, аналогична изменениям, возникающим вследствие хронического стресса.

В свою очередь истощение гипоталамо- гипофизарно- надпочечниковой системы может привести к развитию болезней адаптации, что подтверждается значительным удельным весом эндокринной патологии в заболеваемости населения, пострадавшего при аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

Неспецифический характер радиобиологических эффектов, широкий спектр живых объектов, на которых они наблюдаются, свидетельствует об их общебиологическом характере. Их возникновение – отображение фундаментальных механизмов обеспечения устойчивости живых систем и возможностей адаптации живых существ к изменчивым условиям существования. Ответы организма находятся в рамках закона Арндта-Шульца: слабые раздражители стимулируют резервы организма и повышают уровень его неспецифического позитивного ответа на оказанное влияние, раздражители средней силы – не вызывают реакции, а затем угнетают, сильные – разрушают организм.

Что больше всего беспокоит людей, подвергающихся хроническому облучению в диапазоне малых доз? Вероятность возникновения опухолевых

процессов, рождения больного ребенка, возможность бесплодия.

В настоящее время в серии докладов НКДАР ООН суммированы результаты корректно проведенных эпидемиологических исследований за заболеваемость злокачественными опухолями групп населения, по тем или иным причинам попавших под облучение. Однако, основой почти всех оценок канцерогенного риска, использованных для гигиенического регламентирования служат эпидемиологические данные, полученные при изучении заболеваемости и смертности облученного населения Хиросимы и Нагасаки, где наблюдалась очень большая мощность дозы (риск на единицу дозы оценивали с точки зрения линейной беспороговой зависимости).

Обнаружено статистически значимое повышение возникновения опухолей в целом и некоторых их разновидностей. Связь с радиационным облучением показана также для лейкозов. Засвидетельствовано также уменьшение показателей канцерогенного риска вследствие облучения не менее, чем в три раза при снижении мощности дозы в сопоставлении с облученным населением Хиросимы и Нагасаки (хотя в последующей оценке риска принят коэффициент, равный 2).

По результатам проведенного анализа, НКДАР ООН предлагает принять, что для условной популяции мужчин и женщин разного возраста, получившей острое облучение в 1 Зв (при низкой ОБЭ – рентгеновское, гамма-облучение), величина риска смерти от опухолей в течение жизни могла бы составлять 9% для мужчин и 13% для женщин. Неопределенность может находиться в границах до двух раз в сторону как завышения, так и снижения риска. При хроническом облучении риски могли бы быть меньше на 50% с теми же размерами неопределенности, то есть при хроническом облучении в интервалах дозы и мощности дозы, инициирующих эффект малой дозы, риск онкогенной трансформации уменьшается.

Допускают также, что риск заболеть раком вдвое больше, чем умереть от него. Однако, при облучении в детском возрасте риски могут быть вдвое большими, нежели для разновозрастной популяции.

НКДАР ООН принимает риск лейкоза в течение жизни после острого облучения в дозе 1 Зв за 1% для лиц обоего пола при неопределенности до двух раз – ниже или выше.

При рассмотрении стохастических последствий облучения

относительно репродуктивного здоровья, можно отметить, что эмбрионы, имеющие сложные генетические нарушения вследствие как внешних, так и внутренних причин большей частью на ранних этапах развития устраняются естественным отбором, увеличивая частоту самопроизвольных аборт и бесплодных браков. Нарушения, прошедшие фильтры естественного отбора, могут быть реализованы в некоторых врожденных пороках развития и микроаномалиях.

Люди, принимавшие участие в ликвидации последствий Чернобыльской аварии, конечно, имеют повышенные риски онкологических заболеваний, величина которых зависит от поглощенной дозы; бесспорна связь с облучением рака щитовидной железы у детей, подвергшихся воздействию радиоактивного йода.

В то же время, выполненные эпидемиологические исследования среди населения, проживающего на территориях, загрязненных радионуклидами, не представили бесспорных доказательств повышения репродуктивных неудач, возникших вследствие облучения. Эти исследования имеют определенные недостатки и по тем или иным признакам не соответствуют правилам доказательной медицины. Действительно, практически невозможно отделить эффекты хронического стресса от хронического воздействия радиации в диапазоне малых доз.

На сегодня международное сообщество признает, что оценка радиационных рисков содержит также существенные неопределенности, связанные с межпопуляционными отличиями. И вполне вероятно, что различные группы населения могут иметь разную степень выраженности негативных эффектов вследствие облучения. Представляется, что при равной дозе и мощности облучения в диапазоне малых доз, население Японии должно иметь меньшие негативные эффекты для здоровья, чем облученное население украинского Полесья, хотя бы вследствие некоторых особенностей образа жизни и питания.

Анализ исследований, направленных на выявление связи радиационного фактора с неблагоприятными исходами беременности у проживающих на загрязненных вследствие Чернобыльской аварии территориях, выполненный экспертами НКДАР ООН, не связывает возрастание уровня мертворождений, преждевременных родов, врожденной

патологии, отмеченное в отдельных исследованиях, с радиационным влиянием. Принимая во внимание величины доз, накопленных населением вследствие аварии, такой вывод представляется вполне логичным.

Размеры дозовых нагрузок, полученных жителями Украины вследствие аварии (даже при предположении, что официальные источники уменьшают величину дозы), позволяют утверждать, что вклад радиационного фактора в ухудшение здоровья населения, проживающего на загрязненной территории, не столь велик и уж конечно не фатален. Однако, восприятие населением угрозы влияния облучения на здоровье, особенно репродуктивное, явно неадекватно. Даже в медицинских кругах распространено не подкрепленное научными доказательствами представление о чрезвычайной опасности облучения в малых дозах. Такое мнение удобно для власти, в какой-то мере для населения и, наверное, для некоторой части медицинских работников – оно снимает с них ответственность за неудовлетворительное состояние здоровья населения, за распространение в окружающей среде и влияние на организм других вредных факторов. Считать, что чуть ли не все болезни от облучения, намного проще. Ведь это означает, что не стоит напрягаться и изменять свой образ жизни, отказываться от вредных привычек и так далее – все равно ты заболеешь вследствие повышенных уровней облучения.

Выводы. 1. Ионизирующая радиация – один из факторов естественной среды, способных существенно влиять на состояние здоровья. Во всех государствах, имеющих определенный достаточно высокий уровень техногенной цивилизации, население подвергается повышенным по сравнению с природным фоном уровням ионизирующего облучения. Облучение в диапазоне малых доз при низкой мощности вызывает в организме неспецифическую адаптационную реакцию. Неспецифический характер радиобиологических эффектов, широкий спектр живых объектов, на которых они наблюдаются, свидетельствует об их общебиологическом характере. Их возникновение – отображение фундаментальных механизмов обеспечения устойчивости живых систем и возможностей адаптации живых существ к условиям существования.

2. Авторы работ, засвидетельствовавших те или иные негативные

эффекты в здоровье при проживании на загрязненных вследствие аварии на Чернобыльской атомной станции территориях (это касается и проведенных нами исследований) фиксируют последствия **проживания на этих территориях**, которые складываются из результатов хронического влияния радиации, хронического стресса, неадекватного питания, наконец, бедности, в которой живет значительная, может быть, большая часть населения в этой местности.

Однако, обычному человеку в конце концов все равно от каких причин возникла его болезнь. Он хочет быть здоровым, а для этого должен знать, каким образом он может и должен себя вести.

4. Направления профилактики негативного влияния ионизирующей радиации на здоровье населения.

Принимая во внимание изложенное в разд. 3, профилактика эффектов хронического облучения в диапазоне малых доз должна осуществляться в нескольких направлениях.

А. Поскольку такое облучение приводит к ответу организма в виде неспецифической адаптационной реакции, следует повышать собственный эндогенный фон радиоустойчивости рациональным питанием и применением адаптогенов, желательно, естественного происхождения.

По существующим на сегодня представлениям рациональным считается физиологическое полноценное питание потенциально здоровых людей, которое обеспечивает организм необходимым количеством питательных веществ и энергии соответственно нормам его физиологических потребностей. Здоровое питание – это часть здорового образа жизни, который предполагает оптимальное соотношение употребляемых продуктов и регулярных физических нагрузок.

Рацион питания должен состоять на 45-65% из углеводов (овощи, фрукты, цельные злаки – коричневый рис, цельнозерновой хлеб и т.д.); на 10-35% – из белка (рыба, нежирное мясо, например, птичье, яйца, бобовые продукты, орехи); 20-35% должны составлять жиры, в основном, это должны быть ненасыщенные жиры, содержащиеся в рыбе, оливковом масле, орехах. При этом следует знать, что некоторая часть населения не

воспринимает злаковый белок глютен и при употреблении такой пищи развивается болезнь (целиакия).

Вместо цельного молока следует употреблять больше обезжиренных кисломолочных продуктов. Молочные продукты считаются одним из наилучших источников белка, кальция, витамина D и калия.

Следует избегать продуктов, которые содержат технологически обработанное красное мясо, гидрогенизированные растительные масла, в том числе кондитерские изделия, маргарины, спреды, полуфабрикаты.

Не стоит злоупотреблять сладкими газированными напитками.

Простейший способ оценки состояния питания – оценка индекса массы тела (ИМТ), который определяется при делении веса тела в килограммах на квадрат роста в метрах. ИМТ снижен, если он составляет 14,5 кг/м², нормален при 18,5-24,9 кг/м², вес тела считается повышенным при 25,0-29,9 кг/м², при 30,0-34,9 кг/м² – ожирение первой степени, 35,0-39,9 кг/м² – ожирение второй степени, больше 40,0 кг/м² расценивают как патологическое ожирение.

По существующим представлениям питание населения на территориях, загрязненных радионуклидами, должно обеспечивать:

- уменьшение суточного поступления радионуклидов с продуктами питания;

- торможение всасывания этих веществ из желудочно-кишечного тракта и ускорение их выведения из организма;

- рацион, сбалансированный по энергетическим и жизненно необходимым веществам.

Для уменьшения поступления радионуклидов с едой необходимо:

- тщательно мыть плодоовощную продукцию;

- очищать овощи и фрукты, поскольку в их поверхностном слое может сосредотачиваться до 40% радионуклидов;

- соблюдать некоторые правила кулинарной обработки – в условиях радиоактивного загрязнения предпочтение следует отдавать отвариванию; поскольку значительная часть радионуклидов переходит в отвар, целесообразно проварить продукты в воде в течение 10 минут, вылить отвар, а затем варить их в новой порции воды; грибы рекомендуют отваривать дважды по 10 минут, сливая воду; при подозрении на радиоактивное

загрязнение мяса или рыбы их рекомендуют перед отвариванием вымачивать в воде 1,5-2,0 часа.

Уменьшить всасывание в желудочно-кишечном тракте и ускорить выведение радионуклидов можно использованием специальных пищевых рационов или искусственными энтеросорбентами. Так, известно, что недостаточное количество белка в пище способствует накоплению радиоактивного цезия и, наоборот, повышенное его содержание ускоряет выведение этого радионуклида.

Увеличенное поступление калия (не меньше 5 г в сутки), который содержится в зерновых продуктах, картофеле, абрикосах, позволяет уменьшить всасывание в кишечнике радиоактивного цезия.

При достаточном поступлении кальция (до 800 мг в сутки) уменьшается всасывание радиоактивного стронция. Женщинам, вступающим в возраст менопаузы для профилактики остеопороза рекомендуется около 1200 мг кальция в день.

Употребление пищевых волокон, пектинов из овощей и фруктов, солей альгиновой кислоты из морской капусты не только усиливает перистальтику кишок, но и способствует связыванию радионуклидов, ионов металлов с образованием комплексов, которые не всасываются и выводятся из организма. Суточная потребность в пищевых волокнах составляет 20-25 г для женщин и до 40 г для мужчин – считают, что пищевых волокон должно быть до 14 г на каждую тысячу употребленных килокалорий. Рацион должен содержать 2-4 г пектина в сутки.

Искусственные энтеросорбенты можно принимать только короткое время.

В условиях радиоактивного облучения целесообразно:

-насыщать рацион белковыми продуктами (особенно содержащими такие аминокислоты как цистеин и метионин, которые содержат сульфгидрильные группы и реагируют с активными радикалами, которые образуются при облучении; это, в первую очередь, молочные изделия);

-увеличивать употребление ненасыщенных растительных жиров с антисклеротическим, в противовес ионизирующей радиации, действием; жиры животного происхождения не должны превышать 10% общего количества жиров в рационе;

-обеспечивать рацион некрахмальными полисахаридами (пектиновыми веществами и пищевыми волокнами) в вышеуказанной суточной потребности;

-повышать употребление витаминов групп А, В, С, Е, Р на 30-40% по сравнению с суточной дозой;

-насыщать организм достаточным количеством йода (150-200 мкг ежедневно), дефицит которого приводит к нарушениям деятельности щитовидной железы, необходимость в йоде повышена у беременных женщин;

-контролировать поступление в организм меди (2-3 мг ежедневно), цинка (до 15 мг), марганца (5 мг), кобальта (до 100 мкг), селена (до 100 мкг).

В. Следует принимать во внимание неадекватное восприятие населением угрозы для здоровья хронического облучения в малых дозах, что можно объяснить неудовлетворительным санитарным просвещением; страхом перед будущими радиационными авариями, основанным на опыте уже происшедших; гиперболизированной информацией от средств массовой информации и т.д. Так, в проведенных нами исследованиях показано, что по мнению женщин, живущих на загрязненных территориях и родивших ребенка с врожденным пороком развития, основная роль в формировании патологии (среди 16 названных факторов) принадлежит радиоактивному воздействию. Среди женщин, проживающих там же и родивших здорового ребенка, радиация занимала третье место. Но среди факторов, угрожающих их жизни, все женщины наиболее значимым признали облучение.

Кажущаяся безвыходность ситуации (невозможность очистить территорию до последнего радионуклида, вероятно высокий уровень угрозы) порождает у населения, попавшего под облучение, хронический стресс, который может обострять уже существующую патологию или вызывать новые различные болезни.

Результаты имеющихся на сегодня исследований дают основания утверждать, что хронический стресс – важный источник индуцированного мутагенеза, а затем канцерогенеза и тератогенеза, что может приводить к опухолевым заболеваниям и рождению детей с врожденными пороками

развития.

Распространенность хронического стресса среди пострадавшего населения требует мер профилактики его отрицательных последствий. Такая профилактика может осуществляться в нескольких направлениях. Первое направление – коррекция пищевых рационов населения. Признано, что развитие стресса (как и хроническое облучение) сопровождается усилением интенсивности свободнорадикальных процессов окисления, негативное влияние которых можно нивелировать употреблением антиоксидантов природного происхождения, которые содержатся в пищевых продуктах и натуральных пищевых добавках. Такой пищевой рацион одновременно будет полезен и при хроническом облучении.

Следует также обратить внимание на то, что по мере усиления процессов глобализации окружающего мира и усиления потоков информации возрастают проблемы адекватного формирования психического здоровья населения. Поэтому общество вынуждено рассматривать эту проблему и искать пути ее разрешения. Поэтому второе направление профилактики негативных последствий стресса состоит в укреплении психического здоровья, которое возможно только при междисциплинарной активности и, в первую очередь, охватывает деятельность, направленную на создание жизненных условий и окружающей среды, которые позволяли бы вести здоровый образ жизни и поддерживать психическое здоровье.

С другой стороны, и это третье, достаточно важное направление профилактики хронического стресса, – должны поощряться действия, направленные на формирование адекватной психологической реакции человека на факторы, способные вызвать стресс. Развитие психотерапии, имеющиеся техники медитации позволяют делать это: существуют конкретные способы управления своими личностными индивидуальными и социальными переменными, применение которых позволяет избежать нарушений здоровья. Течение уже существующей болезни также тесно связано с возможностями человека перестроить личную систему восприятия себя и среды таким образом, чтобы включить в нее установки, содействующие успеху и адаптации к болезни. Роль психолога, в том числе медицинского психолога, в этом процессе несомненна.

С. Противорадиационная защита населения, проживающего на

загрязненной территории должна обеспечивать уменьшение доз облучения. Можно констатировать, что для населения, особенно для женщин, которые планируют беременность, недостаточно использовать только меры по уменьшению уровня радионуклидов в организме (прямые контрмеры).

Особенное внимание следует уделять непрямым действиям по уменьшению риска. Так, в собственных исследованиях показано, что проживание на загрязненной радионуклидами территории действительно увеличивает у женщины вероятность спонтанного аборта при беременности в 1,2-1,4 раза. Однако, если женщина курит, то вероятность спонтанного аборта возрастает до 3,8, а при наличии у нее хронических инфекций – до 4,6 раза. Следовательно, важное значение имеет отказ будущих родителей от вредных привычек – курения, неумеренного употребления крепких алкогольных напитков.

Необходимо также санировать семью относительно хронических инфекционных (особенно передающихся половым путем) и неинфекционных заболеваний. При этом лекарства, а особенно во время беременности, следует принимать только по назначению врача.

Следует избегать стрессовых ситуаций и физических перегрузок.

Особенное внимание следует уделять радиозащитному питанию (2-3 месяца до наступления беременности и во время нее).

Выше уже отмечалась роль гормонов щитовидной железы в реализации радиационных эффектов. Описан феномен тканевой недостаточности в трийодтиронине (один из гормонов щитовидной железы), наблюдаемой у онкологических больных, а злокачественные опухоли разной локализации у пациентов с заболеваниями щитовидной железы встречаются в 14 раз чаще. Патология щитовидной железы у беременных женщин рассматривается как один из существенных факторов, влияющих на возникновение врожденных пороков развития у их детей. Можно еще добавить, что заболевания щитовидной железы в современном обществе широко распространены.

Учитывая цитогенетическую значимость дисбаланса гормонов щитовидной железы, нормализация ее деятельности при проживании на загрязненной радионуклидами территории одновременно является способом профилактики негативных влияний ионизирующей радиации.

Медицинская помощь пострадавшим людям должна обеспечить наблюдение за состоянием их эндокринной системы, особенно щитовидной железы.

Выводы. 1. Среди профилактических мероприятий особое внимание необходимо уделить повышению эндогенного фона радиорезистентности за счет рационального питания, обогащенного натуральными антиоксидантами.

2. Следует заняться профилактикой стресса, который имеет место и не только вследствие аварии. Это можно сделать за счет снова-таки коррекции пищевых рационов; создания жизненных условий и среды, которые позволяли бы вести здоровый образ жизни и поддерживали психическое здоровье; формирования адекватной психологической реакции индивида на факторы, способные вызвать стресс.

3. Учитывая важную роль щитовидной железы в репродуктивном процессе, канцерогенезе и сохранении целостности хромосом, а также тот факт, что жители загрязненных территорий подверглись воздействию радиоактивного йода во время аварии, нормализации деятельности щитовидной железы следует уделять первостепенное внимание. Представляется целесообразным рекомендовать обязательный осмотр эндокринологом здоровых лиц хотя бы один раз в два года, а для лиц с состоянием, предшествующим болезни, – один раз в год.

4. Сохранение здоровья населения зависит от позиции каждого пострадавшего человека и роли государства в его социальной и медицинской адаптации и реабилитации. В сложившихся условиях регулярное образование, просвещение населения в вопросах оценки последствий радиационного влияния, возможных мер предотвращения негативных последствий для здоровья – это важная, но вполне решаемая задача всего общества.