

Ядерные испытания и здоровье

В.М. Шубик

ФГУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург

Представлены результаты исследований состояния иммунитета и здоровья участников испытаний ядерного оружия на Семипалатинском и Северном полигонах и населения расположенных поблизости районов. Выявлена весьма значительная продолжительность нарушений здоровья после ядерных испытаний, показана роль иммунологических механизмов в этих нарушениях.

Ключевые слова: ядерные испытания, полигон, радиация, заболеваемость, иммунодефицит, аутоиммунные изменения.

Введение

Вопрос о последствиях ядерных испытаний (ЯИ) для здоровья людей до настоящего времени дискутируется в литературе, но едва ли его можно считать в достаточной мере изученным. В этом сообщении представлены результаты исследований автора в сопоставлении с данными литературы о здоровье лиц, проводивших испытания ядерного оружия (ЯО) на Семипалатинском и Северном (Новая Земля) полигонах СССР, и населения расположенных поблизости районов. При этом существенный интерес представляют последствия «нештатных ситуаций» при испытательных ядерных взрывах (ЯВ).

Первое ядерное испытание (ЯИ) было проведено 16.07.1945 г. США, ими же были впервые осуществлены сброс бомбы с самолета (первое воздушное ЯИ) 6.08.45 г. и первое испытание термоядерного заряда 28.02.1954 г. СССР осуществил эти ядерные взрывы позже, чем США – 29.08.1949 г. – 18.10.1951 г. – 22.11.1955 г. Общее количество ЯИ, проведенных США, – 1032, СССР – 715. Количество и мощность ЯВ, проведенных в других странах, значительно меньше.

Ядерные взрывы подразделяют на:

- наземные, загрязняющие земную поверхность и тропосферу;
- воздушные, загрязняющие стратосферу, тропосферу и земную поверхность;
- высотные, космические взрывы, загрязняющие стратосферу, околоземное и космическое пространство;
- подводные взрывы, загрязняющие воду;
- подземные (с выбросом грунта), загрязняющие литосферу, тропосферу, земную поверхность;
- подземные глубокие (камуфлетные), загрязняющие литосферу.

Основной причиной загрязнения радиоактивными веществами являются взрывы в атмосфере и под водой. При подземных ЯВ, даже если они сопровождаются штатными ситуациями, в атмосферу попадает обычно не более 0,1% от общего количества радиоактивных продуктов, в основном, в виде радиоактивных инертных газов. На Семипалатинском полигоне 99 ЯВ были высотными и воздушными, 26 – наземными и 343 – подземными. На Северном полигоне проведено 87 ЯВ в атмосфере, 1 наземный, 2 надводных, 43 подводных, 42 подземных. Суммарная мощ-

ность этих взрывов была выше, чем на Семипалатинском полигоне. Именно там произведен термоядерный взрыв мощностью 50 Мт [1, 2].

При проведении ЯИ иногда возникали штатные ситуации, создавалась возможность переоблучения, как участников ЯИ, так и населения близлежащих населенных пунктов. Загрязнение некоторых участков Семипалатинского полигона цезием-137 могло достигать 555 кБк/м². В 1990 г. обнаружены на опытном поле и вблизи от него локальные участки с загрязнением до 185 кБк/м² и 37 кБк/м². Даже при подземных ЯВ было отмечено 13 штатных ситуаций с ранним прогнозируемым попаданием РВ в атмосферу. Но, за исключением нескольких испытаний с выбросом грунта, опасного загрязнения не выявлено, хотя выход в атмосферу инертных радиоактивных газов не был редкостью. Они быстро рассеивались в атмосфере [1]. Анализ возможных доз облучения испытателей проведен ранее [2]. В некоторых случаях они составляли 30 сЗв. Люди работали при мощности дозы 30 Р/час и выезжали в эпицентр взрыва через 40 минут после его проведения. Описаны и случаи возникновения острой лучевой болезни.

На Северном полигоне имеются 2 локальных пятна радиоактивного загрязнения – с уровнями до 40 кБк/м² и 2 МБк/м² с радиусом несколько сот метров. При 25 из 42 подземных ЯВ отмечалось просачивание в атмосферу радиоактивных инертных газов, при 2 ЯВ 14.10.1969 г. и 2.08.1987 г. возникли штатные ситуации, при одной из которых из-за штиля радиоактивные продукты оставались над технологической площадкой. Это обусловило мощность дозы порядка нескольких сотен Р/ч и потребовало срочной эвакуации и госпитализации персонала. Как отмечают Н.М. Надеждина и А.К. Гуськова [3], доза облучения людей достигала 0,4–0,6 Зв.

Следует отметить, что оценить индивидуальные дозы облучения испытателей весьма сложно и имеются существенные противоречия в оценке уровней радиационного воздействия, в частности, на Северном полигоне. Есть указания на возможность облучения в дозах 100 сЗв и более [4], несколько десятков сЗв [3]. Но имеются и данные, что за год пребывания на Новой Земле уровень облучения испытателей не превышает 1 мЗв [5]. В диссертационной работе Ю.Ю. Парусова [6] содержатся сведения

о дозах облучения 300 ветеранов ПОР. Только в одной группе ветеранов уровни облучения не превышали 25 сЗв. Проведенный совместно с сотрудниками научно-лечебного центра ветеранов подразделений особого риска (НЛЦ ветеранов ПОР) опрос небольшого числа участников ЯИ показал, что часть из них имела контакт с малыми дозами ИИ, но у некоторых уровни радиационного воздействия превышали 100 сЗв. Понятно, что ценность таких анамнестических сведений ограничена.

Цель исследования

Изучение влияния испытаний ядерного оружия в отдаленный период после их проведения на здоровье участников ядерных испытаний и населения близлежащих к полигонам районов.

Задачи исследования

1. Оценка состояния иммунитета и здоровья у испытуемых Северного полигона и населения ближайших к нему районов Крайнего Севера;
2. Оценка состояния иммунитета и здоровья у испытуемых Семипалатинского полигона и населения ближайших к нему районов.

Материалы и методы

Нами проведен анализ заболеваемости участников испытаний ядерного оружия на Семипалатинском и Северном полигонах. При этом был использован метод учета всех диагнозов, основного и сопутствующих заболеваний, имеющих в историях болезни испытуемых. Было проведено 2 серии исследований с интервалом примерно в 10 лет, в 1996–1998 и 2007–2008 гг.

При проведении 1-й серии проанализированы истории болезни 71 участника ядерных испытаний на Семипалатинском и 55 испытуемых на Северном полигонах. Контрольную группу составляли 23 человека, такого же возраста, что лица основной группы (51,9±1,5 года), не имевшие контакта с факторами радиационной и нерадиационной природы, с которыми сталкивались испытуемые ЯО. Они находились на обследовании и лечении в НЛЦ. Понятно, что число ветеранов и особенно лиц контрольной группы было невелико и результаты, полученные в этой серии исследований, могли носить лишь предварительный характер. Поэтому через 10 лет была проведена 2-я серия наблюдений, но также на небольшом числе ветеранов и лиц контрольной группы. Были изучены истории болезни 39 участников испытаний ядерного оружия на Семипалатинском и Северном полигонах в возрасте от 41 до 75 лет (средний возраст 54,7±2,5 года). Контрольную группу составляли 52 человека аналогичного возраста (54,5±1,8 года), которые не были связаны с радиацией и другими неблагоприятными воздействиями, имевшими место при ядерных испытаниях.

Следует отметить, что в 1-й серии наблюдений для характеристики состояния здоровья были использованы также и чувствительные количественные иммунологические методы исследования, которые дают возможность достаточно объективно в течение длительного времени после неблагоприятного воздействия судить о состоянии обследованных людей.

Как известно, в августе 1963 г. между СССР, США и Великобританией был заключен договор о прекращении ядерных испытаний в атмосфере, космическом пространстве и под водой, после чего на полигонах СССР проводились лишь подземные ядерные взрывы.

Иммунологическое обследование участников испытаний ядерного оружия на Семипалатинском и Северном (Новая Земля) полигонах проведено в 1996–1997 гг. у 68 и 55 ветеранов ПОР соответственно. Все они были разделены на 2 группы:

- испытывавшие ЯО до 1963 г.;
- испытывавшие ЯО после 1963 г., проводившие подземные ядерные взрывы (ЯВ).

Средний возраст испытуемых 1-й группы 61,7±1,4, 2-й – 51,0±1,5 года.

3-я группа состояла из 96 здоровых доноров в возрасте 41,2±1,5 лет (контрольная группа – «здоровый контроль»). 4-я группа – 41 человек в возрасте 51,3±2,5 лет, часть из которых имели такую же патологию, что и ветераны – заболевания сердечно-сосудистой, дыхательной, мочевыделительной, пищеварительной систем, ЛОР-патологию и др. (4-я – группа «контроль – больные»).

Использованные при иммунологическом обследовании методы были описаны ранее [8]. Здесь же отметим, что при обследовании ветеранов ПОР изучено содержание в сыворотке крови лизоцима и комплемента. Определялась также начальная фаза фагоцитоза – способность лейкоцитов к миграции в капилляре, что давало возможность до некоторой степени судить о клеточной неспецифической защите. Стало быть, были изучены гуморальные и клеточные показатели неспецифической защиты.

Посредством ИФА оценивалось содержание в крови цитокинов – ФНО α и ИЛ-2.

Поскольку функциональные изменения более чувствительны к неблагоприятным воздействиям, чем морфологические, изучалась функция В-лимфоцитов путем определения способности В-клеток вырабатывать иммуноглобулины различных классов и антитела к вирусным антигенам. О функции Т-системы иммунитета судили по способности Т-лимфоцитов к выработке лимфокинов в реакции торможения миграции лейкоцитов (РТМЛ).

При постановке этой реакции были использованы вирусные антигены гриппа А(Н1N1), А(Н2N2), А(Н3N2), В, парагриппа, аденовирусов, респираторно-синцитиального (РС) вируса, а также тканевые антигены. Последние были изготовлены по методу E. Witebsky из тканей сердца, аорты, легких, печени, почек, щитовидной железы (ЩЖ) молодого человека с 0 группой крови, погибшего от случайной травмы. В РТМЛ с вирусными антигенами можно было выявить клеточные иммунологические изменения и сенсибилизацию к вирусам, с тканевыми антигенами – клеточные аутоиммунные сдвиги. Гуморальные аутоиммунные изменения оценивались в реакциях связывания комплемента (РСК – длительное связывание на холоде) и пассивной гемагглютинации (РПГА). Определялась также концентрация в крови циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) методом осаждения полиэтиленгликолем. О состоянии иммунологической реактивности судили также по наличию вирусных антигенов в носоглотке, выделению вирусов из организма, выработке антител к ним.

Результаты и обсуждение

1. Иммуитет и здоровье у испытателей ядерного оружия

Результаты оценки числа заболеваний в расчете на 100 ветеранов-испытателей Семипалатинского и Северного полигонов по сравнению с контрольной группой в 1997–98 гг. представлены в таблице 1.

Из данных, приведенных в этой таблице, можно видеть, что количество ряда заболеваний, указанных в историях болезни ветеранов, было достоверно выше по сравнению с контрольной группой. Наиболее высокой была патология органов кровообращения, причем не только у испытателей, но и в контрольной группе, поскольку составляющие ее люди лечились и обследовались в НЛЦ в значительной мере по поводу заболеваний сердечно-сосудистой системы (ССС). Значительной в основных и контрольной группах была заболеваемость органов дыхания, но она была достоверно выше у испытателей, особенно у служивших на Новой Земле ($p < 0,05$).

чается увеличение эндокринных заболеваний, особенно патология щитовидной железы, болезней глаз. Выражено ($p < 0,05$) повышение заболеваний костно-мышечной системы и соединительной ткани. При подробном анализе заболеваний системы кровообращения они, как и за десятилетие до данного анализа, были распространены и в основной, и в контрольной группах. Инфаркты миокарда регистрировались в контроле. Но атеросклероз сосудов, гипертоническая болезнь и прочие заболевания системы кровообращения чаще встречались у ветеранов, повышение у них прочих заболеваний системы кровообращения было статистически существенным ($p < 0,05$). Следовательно, ряд наиболее часто встречающихся заболеваний и болезней, которые могли быть связаны и с ионизирующим излучением (ИИ), встречались нередко у ветеранов ПОР.

Таким образом, повышенная заболеваемость рядом болезней участников испытаний ЯО показана в исследованиях, проведенных с 10-летним интервалом.

Таблица 1

Число заболеваний у ветеранов ПОР

Полигон	Заболеваемость на 100										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Семипалатинский	4,2	16,9	26,7*	35,7**	30,9	100***	230,9	111,2*	114***	83*	66,2**
Северный	5,6	22	18,5	31,5**	44,5	74,1*	390,7	137,1*	85,1***	59,3	53,7**
Контроль	–	8,7	13	8,7	22,6	43,5	309,1	82,6	43,4	60,7	17,4

*, **, *** – различия с контролем достоверны, $p < 0,05$; 0,01; 0,001;

1 – инфекционные и паразитарные болезни; 2 – новообразования; 3 – болезни эндокринной системы; 4 – болезни нервной системы; 5 – болезни глаз; 6 – ЛОР-болезни; 7 – болезни органов кровообращения; 8 – болезни органов дыхания; 9 – болезни органов пищеварения; 10 – болезни костно-мышечной системы; 11 – болезни мочеполовой системы.

У испытателей Семипалатинского и Северного полигонов была повышена заболеваемость нервной и мочеполовой систем, у ветеранов Семипалатинского полигона – эндокринных органов, костно-мышечной системы, более значительной была ЛОР-патология.

Анализ заболеваемости был проведен повторно через 10 лет. В таблице 2 приведены результаты анализа (в основу взято распределение по МКБ-10) количества заболеваний в историях болезни всей группы ветеранов-испытателей Семипалатинского и Северного полигонов по сравнению с контролем. Приведены группы заболеваний, анализ которых представляет интерес из-за их широкого распространения или возможного влияния радиационного воздействия и наличия различий с контролем в проведенных ранее (см. табл.1) исследованиях.

При этом надо отметить, что за десятилетний период произошел ряд изменений в соотношениях заболеваемости в основной и контрольной группах. Различий в патологии органов дыхания либо уже не наблюдалось (заболевания верхних дыхательных путей), либо она была даже выше (заболевания легких) в контроле. Не было различий в количестве заболеваний желудочно-кишечного тракта, нервной системы. Но продолжает определяться повышенная заболеваемость мочеполовой, особенно половой системы ($p < 0,05$), в основном за счет патологии предстательной железы. По прежнему отме-

Таблица 2

Заболеваемость ветеранов и в контрольной группе

Класс МКБ-10	Заболевание	Заболеваемость на 100 человек	
		Ветераны	Контроль
1V	Эндокринные – щитовидной железы	23,1	7,7
1V	Эндокринные	15,4	7,7
V	Психические расстройства ВНС	12,9	1,73.
V	Психические расстройства – энцефалопатия и пр.	7,7	0,0
V1	Нервные заболевания	5,1	5,8
V11	Глазные болезни	28,2	15,4
1X	Система кровообращения: гипертоническая болезнь, атеросклероз	100,0	64,2
1X	Система кровообращения: инфаркты	0,0	1,9
1X	Система кровообращения: прочие	20,5**	1,9
X	Органы дыхания: заболевания верхних дыхательных путей	15,4	19,2
X	Органы дыхания: заболевания легких	10,3	17,3
X1	Органы пищеварения – ЖКТ	51,3	51,9
X111	Костно-мышечная система и соединительная ткань	84,6*	6,15
X1V	Мочевыделительная система	33,3	23,1
X1V	Мужская половая сфера	38,5*	19,2

*, ** – различия с контролем достоверны, $p < 0,05$; 0,01.

Следует, однако, отметить, что при анализе гематологических показателей (эритроциты, гемоглобин, цветной показатель, лейкоциты, лейкоцитарная формула, СОЭ) различия с контролем сводились к ускорению СОЭ, которое отмечалось у 34% ветеранов ($10 \pm 2,5$ мм) при 10% в контроле. Из биохимических показателей (холестерин, сахар, мочевины, креатинин, трансаминазы крови) несколько более высокие уровни сахара и билирубина отмечались у ветеранов, но средние значения этих показателей не выходили за пределы нормы, указанной в литературе.

В настоящее время для характеристики состояния здоровья, в том числе и при радиационном воздействии, широко используются иммунологические методы исследования. Иммунологические механизмы играют важную роль, как для поддержания гомеостаза, так и при развитии ближайших и отдаленных последствий воздействия ионизирующего излучения – стохастических и детерминистских. Изменение ряда радиочувствительных показателей является одним из ранних признаков неблагоприятной реакции организма на облучение.

При изучении гуморальных показателей неспецифической защиты различия у участников ЯИ (на Семипалатинском полигоне) до и после 1963 г., отсутствовали (табл. 3).

Достоверное снижение содержания лизоцима отмечалось лишь по сравнению со здоровым контролем (3 группа). Активность комплемента и лизоцима в 4-й группе (контроль – больные) была достоверно ($p < 0,001$) ниже, чем у здорового контроля. По-видимому, уменьшение активности гуморальных факторов неспецифической защиты было связано не только и, видимо, не столько с участием в испытаниях ядерного оружия, сколько с пожилым возрастом и наличием тех или иных заболеваний у обследованных людей.

Методом ИФА в крови 1/3 испытуемых показано наличие ФНО α , тогда как в 3-й и 4-й контрольных группах его находили реже – у 1/8–1/5 обследованных.

Таблица 3

Некоторые показатели гуморальной неспецифической защиты у испытуемых Семипалатинского ядерного полигона

№	Группы	Показатели ($M \pm m$)	
		комплемент (гемол. ед.)	лизоцим (%)
1	Испытуемые (до 1963 г.)	$22,6 \pm 3,3^{***x}$	$51,9 \pm 3,5^{***}$
2	Испытуемые (после 1963 г.)	$20,7 \pm 2,0^{***xxx}$	$54,4 \pm 1,6^{***}$
3	Контроль (здоровые)	$39,9 \pm 1,2$	$64,8 \pm 1,2$
4	Контроль (больные)	$30,5 \pm 1,6^{+++}$	$54,1 \pm 1,0^{+++}$

*** – различия между группами испытуемых и здоровым контролем статистически достоверны, $p < 0,001$;
x, xxx – различия между группами испытуемых и 4-й контрольной группой (больные) достоверны, $p < 0,05$; 0,01;
+++ – различия между 3-й и 4-й контрольными группами (контроль – здоровые и контроль – больные) достоверны, $p < 0,001$.

Показателем состояния специфической гуморальной иммунной защиты, функции В-лимфоцитов является содержание в сыворотке крови иммуноглобулинов различных классов. Изучение концентрации иммуноглобулинов, характеризующих функцию В-лимфоцитов, в крови испытуемых по сравнению с контролем, не выявило различий в уровне IgA и IgM. Найдено снижение содержания в крови иммуноглобулина G по сравнению с 4-й контрольной группой, что, возможно, является следствием участия в испытаниях ЯО.

Нами совместно с сотрудниками НИИ гриппа РАМН (Т.В. Попова, Э.А. Зибина, Л.М. Цыбалова, А.А. Соминина) изучена возможность циркуляции в организме участников испытаний ЯО респираторных вирусов. Результаты вирусологического обследования (изоляция вирусов из назофарингиальных секретов на культурах клеток и куриных эмбрионах), выявления вирусных антигенов в эпителии верхних дыхательных путей методом иммунофлюоресценции – ИФ, обнаружение антител в реакции связывания комплемента – РСК и торможения геммагглютинации – РТГА представлены в таблице 4.

Как можно видеть, у испытуемых в 2 раза чаще, чем в контроле, в респираторном тракте обнаруживаются вирусные (в основном, аденовирусные) антигены ($p < 0,05$), имеется тенденция к повышению серологических сдвигов к вирусу парагриппа, но различия в выделении вирусов из организма в основной и контрольной группах отсутствуют. На возможность вирусной инфекции указывает также сенсибилизация к вирусу гриппа А (H1N1), выявленная в РТМЛ у 27% испытуемых, и клинические данные [7]. Повышенная чувствительность к вирусам свидетельствует о наличии иммунодефицита.

В РТМЛ можно оценить способность Т-лимфоцитов продуцировать лимфокины и, следовательно, их функцию. Торможение миграции лейкоцитов с тканевыми антигенами дает представление о клеточных аутоиммунных сдвигах. В таблице 5 приведены данные о повышении средних индексов торможения миграции лейкоцитов с тканевыми антигенами (печень, почки) у испытуемых 1-й группы, проводивших не только подземные ЯВ, но и ЯИ в атмосфере, возможность радиационного воздействия при которых была сравнительно более высокой.

Таблица 4

Результаты вирусологических и серологических исследований

Группы	ИФ	Выделение	Серологические исследования		
			РС	Аденовирусы	ПГ
Испытуемые	14/28 (50)*	4/28 (14,3)	3/26 (11,5)	3/26 (11,5)	8/26 (30,8)
Контроль	6/27 (22,2)	3/27 (11,1)	2/22 (9,1)	4/22 (18,2)	4/22 (18,2)

РС – респираторно-синцитиальный вирус;
ПГ – вирус парагриппа;
ИФ – иммунофлюоресценция (метод использован для обнаружения антигенов вирусов герпеса, гриппа, парагриппа, аденовирусов);
в числителе – количество положительных реакций – выделение вирусов, выявление вирусных антигенов, наличие диагностических титров антител – 1:40–320; в скобках процент положительных реакций; в знаменателе – количество обследованных.

Таблица 5

**Реакция торможения миграции лимфоцитов
с тканевыми антигенами у испыталей Семипалатинского полигона**

№	Группы	Антигены					
		Сердце	Аорта	Легкие	Печень	Почки	Щитовидная железа
1	Испыталей до 1963 г.	21±5,5	19,5±6	24±5,5	26,5±4,5*х	28,5±5,5*	12±5,5
2	Испыталей после 1963 г.	15±1,5	11,5±2,5	17±2,5	20±2,5	20±2,5	12±1,5
3	Контроль (здоровые)	13,5±4	10±3,5	16±2	15,5±3	14,5±2	14±3,5
4	Контроль (больные)	13,5±1,5	11,5±1,5	13,5±2	14,5±2,5	18±3,5	17±2

* – различия с 3-й контрольной группой достоверны, $p < 0,05$;
х – различия с 4-й контрольной группой достоверны, $p < 0,05$.

Снижение миграции лейкоцитов с антигенами печени по сравнению не только с 3-й, но и с 4-й контрольной группой, т.е. и со здоровыми, и с больными людьми, указывает на возможную связь клеточных аутоиммунных сдвигов не с пожилым возрастом и заболеваниями, но также участием в ядерных испытаниях.

В настоящее время известна важная роль аутоантител в патогенезе лучевых реакций. На рисунке 1 приведены данные о частоте определения в крови испыталей Семипалатинского полигона (1–2 группы) и лиц контрольных групп (3–4 группы) комплементсвязывающих противотканевых антител (аутоантител) к антигенам, приготовленным из тканей сердца, аорты, легких, печени, почек, щитовидной железы.

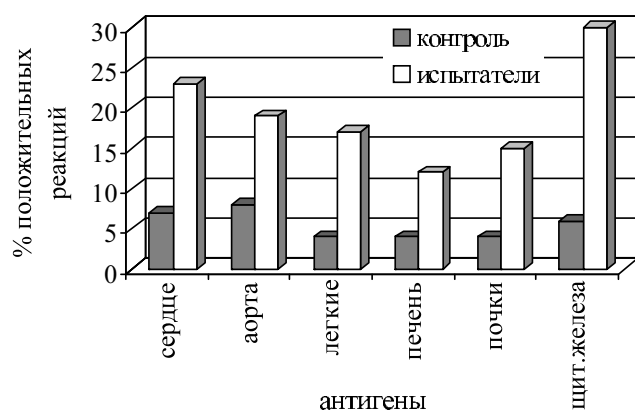


Рис. 1. Комплементсвязывающие противотканевые аутоантитела у испыталей Семипалатинского полигона

Как можно видеть, аутоантитела обнаруживаются в крови 4–8% людей, не связанных с радиацией. Однако концентрации их в крови обычно низкие, не выше 10–20 (обратные титры). Это, по-видимому, так называемые нормальные аутоантитела – участники физиологических реакций, нейтрализующие, в частности, токсичные продукты обмена веществ. Но у испыталей противотканевые комплементсвязывающие аутоантитела обнаруживаются примерно в 2,5–5 раз чаще по сравнению с контролем.

Отмечается также повышение концентрации (титров) этих антител, причем по сравнению как со «здоровым» (3-я группа), так и с «больным» (4-я группа) контролем. Следовательно, можно полагать, что повышенное обра-

зование аутоантител является следствием не только пожилого возраста и сопутствующих заболеваний, но и участия в ядерных испытаниях.

Иммунологические исследования, свидетельствующие о развитии у испыталей ЯО аутоиммунного и аутоагрессивного состояний, подтверждают наличие у них нарушений здоровья и позволяют понять некоторые его причины, поскольку указанным иммунологическим процессам придается важная роль в таких нарушениях.

Результаты иммунологического обследования испыталей ЯО на Новоземельском полигоне свидетельствуют в пользу этого положения. Как и у испыталей Семипалатинского полигона, было выявлено достоверное снижение уровня гуморальной неспецифической защиты – активности комплемента и лизоцима. Отмечены умеренные изменения концентрации в сыворотке крови иммуноглобулинов А и G.

При определении комплементсвязывающих аутоантител выявлено достоверное повышение их обнаружения в отношении антигенов легких, печени, почек, щитовидной железы у 56,5–79% испыталей 1-й (но не 2-й) группы, причем в отношении первых 3 антигенов повышение было достоверным по сравнению не только с 3-й, но и с 4-й контрольными группами. Титры антител обычно в 1,5–4 раза превышали контрольный уровень.

Как и у испыталей ЯО на Семипалатинском полигоне, на тканевые антигены в РТМЛ реагировали лейкоциты в основном 1-й группы испыталей Северного полигона (табл. 6).

Проведенные исследования выявили повышение у испыталей 1-й группы частоты торможения миграции лейкоцитов по сравнению с 3-й и 4-й группами с антигенами аорты, легких, печени, либо только с 3-й (с антигенами почек) или 4-й (антигены сердца) группами. При постановке РТМЛ с антигенами аорты и печени была достоверно повышена и интенсивность торможения миграции.

Таким образом, аутоиммунные изменения клеточного типа были найдены, в основном, в 1-й группе испыталей, проводивших ЯИ до 1963 г.

Представления о более выраженных аутоиммунных изменениях в 1-й группе испыталей-новоземельцев нашли подтверждение и при определении циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК). ЦИК образуются при соединении как различных антигенов и антител, так и аутоантигенов и аутоантител, и повышение их концентрации может быть одним из показателей развития аутоиммунного процесса. Данные о частоте обнаружения ЦИК у лиц разных групп представлены на рисунке 2.

Таблица 6

Клеточные аутоиммунные изменения у испыателей ЯО и контрольных групп

Группы	Показатель	Антигены					
		Сердце	Аорта	Легкие	Печень	Почки	Щитовидная железа
Испыатели	Число	4/18 (50)х	6/15** (40)хх	4/18* (22,2)х	8/18** (44,4)х	5/18** (27,8)	2/18 (11,1)
	M±m	21±2,5	29,5±4 **хх	19,5±2,5	32,5±4 **хх	22,5±4	16,5± 2,5
Контроль – здоровые	Число	1/9	0/9	0/9	0/9	0/9	0/9
	M±m	13,5±4	10±3,5	16,5±	15,5±3	14,5±2	14±3,5
Контроль – больные	Число	0/17	0/17	9/17	2/17	1/17	0/17
	M±m	13,5±1,5	11,5±1,5	13,5±2	14,5±2,5	18±3,5	12±2

Число – в числителе – количество положительных реакций, в знаменателе – количество обследованных, в скобках – процент положительных реакций;

M±m – средняя интенсивность торможения РТМЛ;

*, ** – различия с 3-й группой достоверны, $p<0,05$; 0,01;

х, хх – различия с 4-й контрольной группой достоверны, $p<0,05$; 0,01.

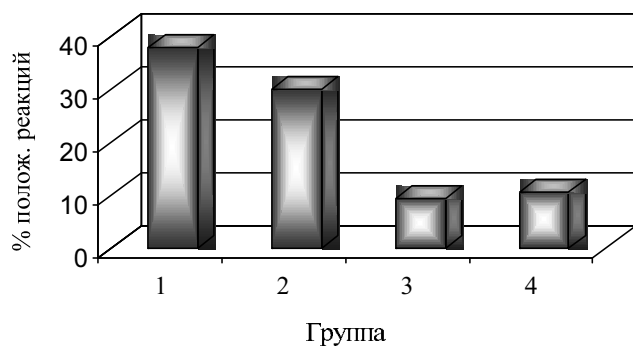


Рис. 2. Циркулирующие иммунные комплексы у испыателей Северного полигона (1-я, 2-я группы) и в контроле (3-я, 4-я группы)

Как можно видеть, в 1-й группе испыателей частота выявления повышенных концентраций ЦИК была почти в 4 раза выше, чем в контрольных ($p<0,01$), во 2-й группе различия были 3-кратными. При определении концентрации ЦИК оказалось, что в 1-й группе она была достоверно ($p<0,001$) выше, чем в 3-й и в 4-й контрольных группах. Во 2-й группе испыателей различия с контролем были менее выражены. Полученные данные указывают на повышение концентрации ЦИК у испыателей ЯО по сравнению с контролем.

Следует также отметить, что у половины испыателей Северного полигона в крови обнаруживались повышенные концентрации провоспалительного цитокина ФНО α (рис. 3), которому придают существенное значение в реакциях врожденного и приобретенного иммунитета, в том числе и в аутоиммунных процессах. В контрольных группах такое повышение отмечалось значительно реже – и у здоровых людей, и в 4-й контрольной группе пожилых, нередко больных людей. То есть повышение уровня этого цитокина характерно для участников ядерных испытаний на Новой Земле. На Семипалатинском полигоне оно отмечалось реже. Достоверные изменения другого цитокина – ИЛ-2 – отсутствовали.

Результаты обследования испыателей Северного полигона свидетельствуют о наличии у них ряда иммунологических изменений, связанных с их пожилым возрастом

и сопутствующими заболеваниями. К таким изменениям относятся снижение активности гуморальных факторов неспецифической защиты – комплемента и лизоцима, изменение концентрации в крови иммуноглобулинов А и G. В то же время выявлен ряд иммунологических изменений, отсутствовавших в контрольных группах людей, не связанных с ЯИ. Это прежде всего аутоиммунные процессы, гуморальные и клеточные, причем клеточные аутоиммунные сдвиги имелись практически лишь у испыателей, производивших не только подземные, но и воздушные, надводные, подводные ЯВ. В этой же 1-й группе отмечена сенсibilизация лимфоцитов к респираторным вирусам гриппа А(Н3N2) и В, аденовирусам, а также некоторое изменение концентрации иммуноглобулинов. У значительной части испыателей этой группы в крови обнаружен провоспалительный цитокин ФНО α . Полученные данные свидетельствуют о наличии у испыателей Северного полигона иммунологических изменений, отсутствующих в контрольных группах, причем не только здоровых, но и больных людей. Более выраженные изменения выявлены у испыателей, проводивших не только подземные ЯИ, но также ЯВ в атмосфере и под водой. Результаты иммунологических исследований подтверждают возможность нарушений здоровья у испыателей ядерного оружия на Северном полигоне в весьма отдаленный период после таких испытаний.

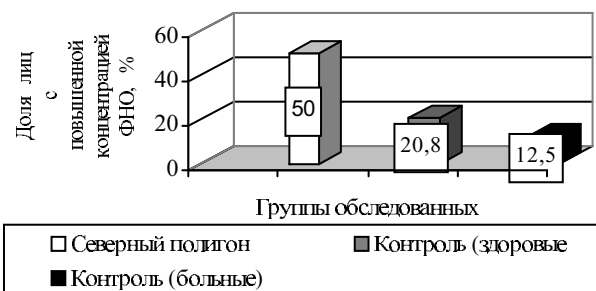


Рис. 3. Повышенная концентрация ФНО α в группе испыателей Северного полигона и в контрольных группах, %

Таким образом, при иммунологическом обследовании участников испытаний ЯО на Семипалатинском и Новоземельском полигонах были выявлены изменения, некоторые из которых (показатели гуморальной неспецифической защиты, концентрации иммуноглобулинов в крови) следует, видимо, расценивать не как результат воздействия факторов, связанных с испытаниями, а как следствие пожилого возраста и повышенной заболеваемости испытуемых. В то же время о роли ЯИ в угнетении иммунитета свидетельствует повышенное обнаружение вирусных антигенов в респираторном тракте, сенсибилизация к респираторным вирусам. Наряду с этим, у ветеранов отмечены гуморальные и клеточные аутоиммунные сдвиги. Такие изменения также увеличиваются с возрастом, но у испытуемых они были значительно более выражены, чем в контрольных группах не только здоровых, но и больных людей. Это свидетельствует о роли в выявленных изменениях участия в проведении испытаний ядерного оружия.

На испытуемых оказывал воздействие комплекс факторов, экологических, социальных, стресс и иных, которые могут различаться на Семипалатинском полигоне и на Новой Земле. Неодинаковы и условия радиационного воздействия. В таблице 7 приведены в схематичной форме сравнительные данные об иммунологических изменениях у ветеранов-испытуемых Семипалатинского и Северного полигонов.

Как можно видеть, изучение клеточных аутоиммунных изменений у испытуемых Семипалатинского полигона не выявило значительных изменений, они были выражены лишь после испытаний на Новой Земле. В последней группе в половине случаев обнаружено повышение концентраций в крови ФНО α .

Данные о продолжительном неблагоприятном воздействии на людей суровых экологических факторов Арктики хорошо известны. Они были обобщены и проанализированы ранее [8]. Нельзя не считаться с влиянием экологических факторов и на Семипалатинском полигоне. По-видимому, неблагоприятное воздействие на иммунитет обусловлено суровыми климатическими условиями (особенно на Новой Земле), стрессовой ситуацией и возможностью радиационного воздействия. Некоторые из этих факторов (экстремальные климатические условия и, может быть, связанный с ними и испытаниями стресс) могли превали-

ровать на Новой Земле, где в результате сочетанного действия факторов радиационной и нерадиационной природы отмечались существенные иммунологические изменения. Нарушения иммунитета и здоровья отмечались в весьма отдаленные сроки от проведения ядерных испытаний, которые были не безразличны и для населения расположенных неподалеку от полигонов районов.

2. Иммунитет и здоровье у населения районов, расположенных вблизи от полигонов

При рассмотрении вопроса о последствиях ядерных испытаний для населения близлежащих районов представляют интерес материалы исследований здоровья жителей ближайших к Новоземельскому полигону районов Заполярья – Ненецкого автономного округа (АО) и Кольского полуострова. Здоровье коренных жителей этих районов, пастухов-оленьеводов и членов их семей – ненцев, саамов, коми – представляет особый интерес, поскольку известно хроническое их облучение в малых дозах по экологической пищевой цепи «лишайник – северный олень – человек» искусственными радионуклидами (^{137}Cs и ^{90}Sr), попавшими в биосферу в результате ядерных испытаний, и естественными радионуклидами (^{210}Po и ^{210}Pb) [9, 10]. Дозы облучения – 1 мЗв в год от искусственных и 1 мЗв/год от естественных радионуклидов. Уровни облучения с течением времени снижаются. У пастухов-оленьеводов максимальные уровни содержания цезия-137 были достигнуты в 1965 г. на Кольском полуострове – 0,18 МБк (5 мкКи), что обусловило эффективную дозу до 8 мЗв в год.

Данные об уровнях радиационного воздействия и нарушениях здоровья у жителей Севера были обобщены и проанализированы ранее [8]. Здесь же отметим, что в настоящее время полагают, что источником радиоактивного загрязнения на Севере являются воздушные взрывы на всех полигонах Северного полушария, а не только на Новой Земле. Радиоактивные вещества, поступившие в тропосферу в результате ядерных взрывов, в дальнейшем оседают повсеместно на поверхность земли в значительной мере в результате вымывания их атмосферными осадками. Уровни загрязнения почвы и растительного покрова коррелируют с количеством атмосферных осадков. Максимум их приходится на Кольский полуостров (675 мм в год), минимум – на Якутию (175 мм/год).

Таблица 7

Результаты иммунологического обследования испытуемых ядерного оружия на Северном (Новая Земля) и Семипалатинском полигонах

Группы	Показатели неспецифической защиты		Иммунологические показатели							
			Ig	Цитокины	Вирусы			Аутоиммунизация		
	Выделение вирусов	Выявление вирусных антигенов			Сенсибилизация к вирусам	Гуморальные ауто-иммунные сдвиги – аутоантитела	Клеточные ауто-иммунные сдвиги	Циркулирующие иммунные комплексы		
									Гуморальные	Клеточные
Новая Земля	±	—	±	++	—	+	++	+	+++	++
Семипалатинск	±	—	±	+	—	++	+	++	+	+

+++ – значительные изменения; ++ – отчетливые изменения, + – умеренные изменения;

± – изменения, связанные с возрастом и заболеваниями; – – нет изменений.

Однако, по-видимому, едва ли можно полностью отрицать роль Новоземельского полигона в загрязнении районов Севера радиоактивными веществами. В литературе имеются данные о значительном, хотя, видимо, кратковременном, повышении после ЯИ уровня радиационного воздействия в отдельных районах Крайнего Севера. Так, дозы до 10–25 сЗв были отмечены в Ненецком АО [11]. На рост уровня радиоактивных осадков в 11 тыс. раз после испытания супербомбы мощностью 50 Мт в Амдерме указывает С. Голубчиков [12]. Значительное увеличение концентрации радионуклидов в организме северных оленей после ядерных взрывов (ЯВ) на Новой Земле отмечали G. Klevesal et al. (1995) [18]. Зимой 1961–1962 гг., в разгар ядерных испытаний, пробы снега в Мурманской области и Коми АССР имели высокое содержание цезия-137, что могло быть следствием «новоземельского» загрязнения [13].

Приходится считать, что и с возможностью радиационного воздействия на северян, не связанного с испытаниями ЯО. Так, на Кольском полуострове в селах Ловозеро и Краснощелье эффективная доза от вдыхания продуктов распада радона равнялась 2,2–3,4 мЗв в год [13]. Следует отметить, что на Севере, как и повсеместно, люди подвергаются воздействию естественного радиационного фона, медицинского облучения и других источников ионизирующего излучения. К тому же здесь речь идет не только о хроническом облучении в малых дозах, но и о воздействии комплекса неблагоприятных, подчас экстремальных, факторов Крайнего Севера. Это длительная, холодная зима с полярной ночью, сочетание низких температур с сильными ветрами, частые геомагнитные возмущения продолжительностью от нескольких минут до многих часов; особенности питания с низким содержанием витаминов, вода с низкой минерализацией, нередко значительные физические нагрузки и т.д. Нельзя не считать и с загрязнением биосферы Севера токсичными химическими веществами [14, 15].

Таким образом, на население Крайнего Севера действует комплекс неблагоприятных факторов: экстремальные климатические условия и иные экологические воздействия, в том числе токсичные химические вещества и малые дозы ионизирующего излучения (ИИ). Приходится считать и с социальными факторами, в первую очередь – при рассмотрении вопроса о здоровье аборигенов: ломка традиционного, веками формировавшегося образа жизни в связи с промышленным освоением Севера (в ряде районов 10–50% пастбищ стали непригодными для оленеводства), алкоголизм и пьянство как неадекватная патологическая реакция на нее и др. [15].

В 1980-х гг. нами был проведен анализ данных медицинской статистики и первичной медицинской документации (амбулаторные карты, истории болезни) в некоторых районах Крайнего Севера, в частности, расположенных сравнительно недалеко от Северного полигона – Ненецком автономном округе (АО) и на Кольском полуострове (в Мурманской области), где, как отмечено выше, уровни радиационного воздействия были сравнительно более значительными по сравнению с другими районами Заполярья. Материалы, полученные на Севере, были сопоставлены со средними данными по РФ и данными г. Суража Брянской области. Этот город не был загрязнен радиоизотопами и служил контролем состояния здоровья в средних широтах

за аналогичный период времени. Показатели общей смертности в 1960–1980-е гг. в Мурманской области и Ненецком АО превышали показатели РФ. При анализе течения беременности и родов по данным отчетов Ловозерской районной больницы Мурманской области оказалось, что число токсикозов беременности у жительниц Ловозера было в 1,5 раза выше, чем в контроле. Чаще всего они встречались у беременных женщин коми (27%). У рожениц Ловозера часто (18,6%) отмечались кровотечения в родах. В 1,5 раза чаще, чем в средней полосе России, рождались недоношенные дети. Анализ первичной медицинской документации также показал, что у 40% женщин коми отмечалась патология беременности, а также у 20% саамов и 20% ненцев. При этом следует отметить, что коми являются менее адаптированными к условиям Крайнего Севера, т.к. они мигрировали в этот регион только в конце XIX в. Следовательно, у коренных жителей Кольского полуострова нередко отмечались нарушения процессов беременности и родов, которые чувствительны к действию неблагоприятных экологических факторов радиационной и нерадиационной природы. Течение беременности и родов в значительной степени зависит от состояния системы иммунитета.

В Ловозерском районе была отмечена высокая онкологическая заболеваемость. На рисунке 4 приведены данные о смертности от злокачественных новообразований на 100 тыс. населения на Чукотке, у чукчей (1-я группа) и приезжих (2-я группа) и на Кольском полуострове, у оленеводов Ловозерского района (3-я группа), коренных жителей, не связанных с оленеводством (4-я группа) и приезжих (5-я группа).

Как можно видеть, онкологическая смертность на Чукотском полуострове была выше, чем в Ловозерском районе Кольского полуострова, где наиболее высокой она была у оленеводов. Следует отметить, что анализ смертности от злокачественных новообразований за период с 1961 по 1975 гг., проведенный Г.И. Мирецким [13] по Мурманской области и Чукотскому АО, также показал более высокую смертность у коренных жителей Чукотки по сравнению с аборигенами Кольского полуострова.

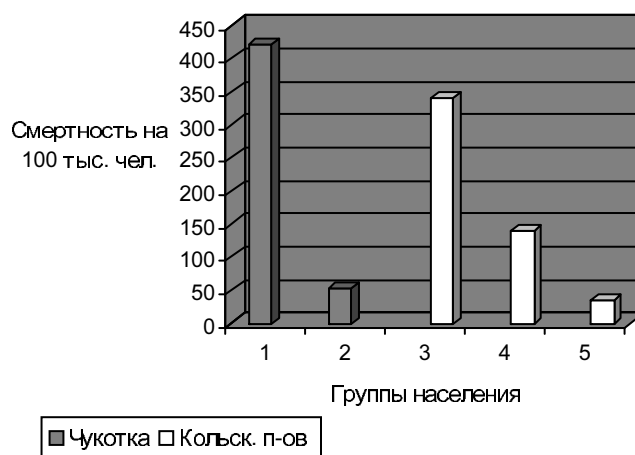


Рис. 4. Смертность от злокачественных новообразований на Чукотке и Кольском полуострове

Хотя заболеваемость и смертность от злокачественных новообразований считается характерным стохастическим последствием радиационного воздействия, едва ли такую патологию на Кольском полуострове можно связать с радиацией. Низкая смертность приезжих, по всей вероятности, обусловлена отъездом пожилых европейцев в регионы с более благоприятными климатическими условиями. Более высокая смертность оленеводов могла быть обусловлена целым комплексом экологических, социальных и иных факторов. Тем не менее, следует отметить данные анализа М.Н. Троицкой [16], показавшей двукратное повышение смертности от злокачественных новообразований в Ловозерском районе по сравнению с соседним Терским районом с преимущественно русским населением. При этом указывалось на значение ионизирующего излучения (ИИ) в комплексе причин, вызывающих повышение онкологической патологии у аборигенов Кольского полуострова.

Результаты иммунологического обследования, проведенного нами у коренных жителей Ловозера, подтверждают наличие у них выраженных нарушений здоровья.

Обследование 40 пастухов-оленьеводов саамов и коми, 20 русских, родившихся на Севере, и для контроля 20 жителей Санкт-Петербурга показало снижение относительного содержания Т-лимфоцитов в крови всех жителей Кольского полуострова (с. Ловозеро). Абсолютное количество Т-лимфоцитов было достоверно уменьшено только у оленеводов коми (табл. 8). У них же было достоверно понижено и относительное содержание (%) В-лимфоцитов, тогда как их абсолютное число не изменилось.

В исследованиях, проведенных в Ненецком АО, также отсутствовали изменения содержания в крови В-лимфоцитов. Уменьшение относительного содержания Т-лимфоцитов найдено у коми и ненцев [11], родившихся в 1962–1967 гг., в период интенсивных ЯИ на Новой Земле.

При проведении исследований у детей села Ловозеро нами было показано, что наиболее значительное снижение относительного содержания Т-лимфоцитов отмечалось у детей оленеводов-саамов ($17,5 \pm 1,5\%$) при $22 \pm 2\%$ у детей саамов, не связанных с оленеводством, и $39,5 \pm 5\%$ у русских детей, родившихся на Кольском полуострове.

Следовательно, более выраженные и достоверные ($p < 0,05$) изменения содержания Т-лимфоцитов отмечались у детей оленеводов при несколько более значительных уровнях облучения.

Таблица 8

Содержание Т- и В-лимфоцитов в крови оленеводов Кольского полуострова

Группы	Т-лимфоциты (М±м)		В-лимфоциты (М±м)	
	%	Число в мкл крови	%	Число в мкл крови
Саамы	$37,5 \pm 3^{***}$	845±96	$12 \pm 0,75$	270±30
Коми	$31 \pm 5^{**}$	658,5±51 ^{***}	$9 \pm 2,5^*$	227,5±76,5
Русские	$38 \pm 2,5^*$	1057±74		
Санкт-Петербург	$57,5 \pm 5$	1112±50,5	15 ± 1	342±34

М±м – среднее арифметическое показателя ± средняя ошибка; *, **, *** – различия с данными Санкт-Петербурга достоверны: $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$.

Хотя изменения клеточного иммунитета (содержания Т-лимфоцитов) у жителей с. Ловозеро были более выражены, чем гуморального (содержание В-лимфоцитов), но изучение функции последних, способности вырабатывать иммуноглобулины различных классов показало наличие у взрослых жителей Ловозера явлений дисиммуноглобулинемии, снижение в сыворотке крови концентрации IgG и повышение – IgM, причем у саамов-оленьеводов по сравнению с саамами, не связанными с оленеводством, отмечалась тенденция к несколько более выраженному повышению концентрации иммуноглобулина М.

Важная роль аутоаллергических процессов в развитии хронических заболеваний, нередко встречающихся у жителей Севера, обусловила необходимость их изучения у оленеводов. Если в сыворотке крови жителей Санкт-Петербурга аутоантитела (комплемента связывающие противотканевые к антигенам сердечной мышцы, легких, печени, почек) обнаруживались не более чем у 8 из 30 обследованных (26,7%), причем в титрах не превышающих $4,5 \pm 2$, то у пастухов-оленьеводов Ловозера – саамов и коми – они были найдены в 50% (к печени у саамов) и 100% (к печени у коми). Данные о нарастании титров антител (во сколько раз по сравнению с уровнем контрольной группы) приведены в таблице 9. Гуморальные аутоиммунные сдвиги отмечаются не только у оленеводов, но и у русских, родившихся на Кольском полуострове и не связанных с оленеводством. Аналогичные данные получены и при обследовании жителей Ненецкого АО, где у русских отмечалось 2,5–9-кратное повышение титров аутоантител к антигенам сердца, легких, печени, почек. У ненцев увеличение было примерно 2,5–8-кратным.

Таблица 9

Нарастание титров противотканевых аутоантител у оленеводов Кольского полуострова

Группы	Нарастание титров (во сколько раз) к антигенам			
	сердца	легких	печени	почек
Саамы	3,5	6,5 ^{***}	6 ^{***}	5
Коми	5 ^{***}	6,5 ^{***}	8,5 ^{***}	6
Русские	4,5 ^{***}	7,5 ^{***}	3,5 ^{***}	5,5 ^{**}

, * – различия с контролем (жители Санкт-Петербурга) достоверны, $p < 0,01$; $p < 0,001$.

У 23,5–34,5% жителей региона отмечалось также повышенное образование аутоантител (гемагглютининов, лейкоагглютининов) к ДНК и тиреоглобулину [11].

Проведенные нами исследования выявили также нарастание содержания противотканевых аутоантител у аборигенов Чукотки – чукчей, причем как у взрослых, так и у детей, но также и у европейцев, приехавших в этот регион и неадаптированных к его экстремальным условиям. По-видимому, повышенное образование аутоантител в Заполярье является следствием реакции на экстремальные условия жизни в регионе.

Таким образом, у коренных жителей районов Крайнего Севера, расположенных поблизости от ядерного полигона на Новой Земле – Ненецкого АО и Кольского полуострова, выявлены повышение смертности от онкологических заболеваний, нарушения процессов беременности и

родов и изменения клеточного и гуморального иммунитета, аутоиммунные сдвиги. Выраженные иммунологические изменения не только подтверждают наличие нарушений здоровья, но и способствуют их появлению и прогрессированию. В этих изменениях несомненна роль комплекса неблагоприятных факторов – экологических и социальных. Значение здесь радиации как в известной мере нового экологического фактора, с которыми северяне не сталкивались прежде (за исключением природного облучения), требует дальнейшего изучения. Отметим, что имеются данные, обобщенные и проанализированные ранее [17], что некоторые иммунологические изменения отмечаются при дозах менее 1 сЗв и что одним из возможных эффектов сочетанного действия факторов нерадиационной (токсичные химические вещества, стресс и др.) и радиационной природы является суммирование и потенцирование их эффектов.

В литературе имеются многочисленные указания на нарушения иммунитета и здоровья жителей районов Казахстана и Алтайского края, пострадавших от последствий ЯИ на Семипалатинском полигоне. Отметим лишь результаты наших исследований, проведенных у группы жителей Казахстана через 40 лет после ядерного испытания в августе 1949 г. (табл. 10).

Таблица 10

Реакция торможения гемагглютинации у жителей Казахстана

Группы	Показатель	Антигены				
		Сердце	Легкие	Печень	Почки	ЩЖ
Основная	Число	8/27	6/27	11/25**	9/23**	7/21
	M±m	20,5±3	16±2,5	28±3*	22±3	14±3,5
Контроль	Число	4/39	2/40	5/41	2/31	4/40
	M±m	15,5±1	16±1,5	19,5±1	18,5±2	15,5±1

Число – в числителе количество положительных реакций, в знаменателе – общее число обследованных;
M±m – среднее арифметическое индекса торможения миграции; ± – средняя ошибка.

В этот отдаленный от ЯИ период были обнаружены клеточные аутоиммунные изменения у 6–11 из 21–27 обследованных жителей пос. Чаган (эффективная доза 12–60 сГр, доза на щитовидную железу 34–170 сГр) и г. Курчатова. Полученные данные подтверждают возможность весьма длительных иммунологических изменений не только у испытуемых ЯО, но и у жителей расположенных неподалеку населенных пунктов.

Заключение

Проведенные исследования выявили возможность длительных нарушений здоровья участников проведения ядерных испытаний на Семипалатинском и Северном полигонах и населения расположенных вблизи них районов. Отмечено повышение числа заболеваний, а у жителей Запоярья и смертности от онкологической патологии, нарушения течения беременности и родов.

Результаты иммунологических исследований подтверждают данные о нарушениях здоровья у обследованных людей. Угнетение неспецифической защиты, формирование иммунодефицитного и аутоагрессивного состояний

обуславливают снижение устойчивости к ряду заболеваний, их длительное течение.

Отмеченные изменения являются, видимо, следствием сочетанного действия факторов радиационной и нерадиационной природы. Роль радиации нуждается в дальнейшем изучении, однако нельзя исключить значения небольших ее доз даже в условиях, где на здоровье и иммунитет влияют экстремальные климатические и иные факторы. Одним из них является стресс. Существенна значимость загрязнения токсичными химическими веществами вследствие промышленных выбросов и иных причин.

Анализ данных литературы показывает, что радиация может вызывать нарушения иммунитета и здоровья при очень небольших дозах. В экспериментальных исследованиях выявлено [17], что одним из результатов сочетанного действия радионуклидов и токсичных химических веществ может быть потенцирование (взаимоусиление). Аналогичный эффект в некоторых ситуациях наблюдается при сочетанном действии радиации и стресса. Нарушения здоровья после ядерных испытаний могут развиваться по схеме: радиация и другие неблагоприятные экологические и иные факторы – стресс – нарушения иммунитета – нарушения здоровья.

Литература

- Дубасов, Ю.В. Семипалатинский испытательный полигон: оценивая радиологические последствия / Ю.В. Дубасов [и др.]: бюллетень центра обществ. информации по атомн. Энергии. – М.: спец. выпуск, 20.01.1993. – С. 22–34.
- Шубик, В.М. Радиационные аварии и здоровье / В.М. Шубик. – СПб: СПбНИИРГ, 2003. – 336 с.
- Надеждина, Н.М. Опыт оценки внешнего гамма-бета-облучения участников ядерного испытания в отсутствии данных индивидуального дозиметрического контроля / Н.М. Надеждина, А.К. Гуськова // Ядерные взрывы в СССР. – СПб, 1993. – Вып. 2. – С. 325–327.
- Бухаловский, И.Н. Только вперед! / И.Н. Бухаловский. – СПб, 2001. – 305 с.
- Думик, В.П. «Новая Земля – Невада» (Вопросы и ответы). Ядерные взрывы в СССР / В.П. Думик [и др.]. – М., 1992. – Вып. 1. – С. 51–63.
- Парусов, Ю.Ю. Ультразвук и морфологическая диагностика заболеваний щитовидной железы у лиц, подвергшихся воздействию радиационного фактора: автореф. дисс. ... канд. мед. наук / Ю.Ю. Парусов. – СПб, 2004.
- Цыбалова, Л.М. Вирусоносительство и противовирусный иммунитет у ветеранов подразделений особого риска и ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС / Л.М. Цыбалова [и др.] // Медико-социальные аспекты проблем ветеранов-атомщиков и пути их решения: тезисы докл. науч.-практич. конф. – СПб, 1997. – С. 116–117.
- Шубик, В.М. Здоровье коренных жителей Крайнего Севера / В.М. Шубик, И.П. Мигунов, И.П. Стамат. – СПб: СПб НИИРГ, 2004. – 226 с.
- Рамзаев, П.В. Основные этапы радиационно-гигиенических исследований миграции глобальных выпадений в приарктических районах СССР в 1959–1966 гг. / П.В. Рамзаев [и др.]. – М.: Госкомитет по использованию атомной энергии – Атомиздат, 1967. – 14 с.
- Рамзаев, П.В. Северный полигон: радиологические последствия на территориях / П.В. Рамзаев // Ядерные взрывы в СССР. – СПб., 1993. – Вып. 2. – С. 264–269.
- Добродеева, Л.К. Медико-биологические показатели здоровья постоянных жителей территории, прилегающей к ядерному полигону Новая Земля / Л.К. Добродеева, Т.С. Подьякова, А.В. Ткачев // 3-й Международ. симпоз. «Урал атом: наука, промышленность, жизнь»: тезисы докладов (29 мая – 2 июня 1995 г., Заречный). – Екатеринбург, 1995. – С. 146–148.

12. Голубчиков, С. Горячее наследие «холодной» войны / С. Голубчиков // Энергия. – 1993. – № 4 – С. 47–53.
13. Мирецкий, Г.Н. Радиационный фактор на Крайнем Севере России / Г.Н. Мирецкий [и др.]. – СПб, 1999. – 205 с.
14. Дударев, А.Н. Основные закономерности и меры профилактики вредного воздействия стойких токсичных веществ на здоровье коренных жителей Российского Севера / А.Н. Дударев. – СПб, 2007.
15. Потапов, А.И. Гигиенические аспекты медико-экологического районирования в Сибири / А.И. Потапов, Н.В. Васильев // Вестн. РАМН. – 1993. – № 8. – С. 17–20.
16. Троицкая, М.Н. Гигиенический анализ повышения уровня заболеваемости населения Крайнего Севера: автореф. дисс. ... докт. мед. наук. / М.Н. Троицкая. – Л., 1981.
17. Шубик, В.М. Иммуитет и здоровье после радиационных аварий и экологических катастроф / В.М. Шубик. – СПб, 2001. – 433 с.
18. Klevesal, G. Radiation doses accumulated by reindeer from Novaya Zemlya / G. Klevesal, V.A. Serezenkov, V.N. Kalyakin // Radiat. and Isotop. – 1995. – V. 46, № 10. – P. 1077–1080.

V.M. Shubik

Nuclear tests and health

Federal Scientific Organization «Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev»
of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-being, Saint-Petersburg

Abstract. Immunity and health condition investigation results for participants of nuclear weapon tests at the Semipalatinsk and North test ranges as well as for the population living at located nearby regions are presented. Fairly significant duration of health malfunctions after nuclear tests is revealed, the role of immunologic mechanisms in this malfunctions is shown.

Key words: nuclear tests, test range, radiation, morbidity, immunodeficiency, autoimmune variations.

Поступила 17.05.2010 г.

В.М. Шубик
Тел. (812) 233-53-16;
E-mail: irh@EK6663.spb.edu