

Некоторые показатели здоровья ликвидаторов Чернобыльской аварии (отдаленные последствия)

О.В. Баранова¹, Т.М. Королева², В.М. Шубик²

¹ Научно-лечебный центр ветеранов подразделений особого риска
ФГБУЗ МСЧ 144 ФМБА России, Санкт-Петербург

² ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В.Рамзаева», Санкт-Петербург

Через 12–20 лет после Чернобыльской аварии у ее ликвидаторов, облученных в широком диапазоне доз (200–890 мЗв) выявлена радиотревожность. Достигнутый уровень адаптированности к требованиям жизни связан с перенапряжением эмоциональной и соматической сфер. При относительно более высоких уровнях облучения повышена заболеваемость, особенно патология сердечно-сосудистой системы. Рост количества катаракт отсутствует, но увеличены инволюционные изменения сосудов сетчатки глаза.

Существенную роль в выявленных нарушениях здоровья играет угнетение врожденного и приобретенного гуморального и клеточного иммунитета, аутоаллергических сдвигов.

Нарушения иммунитета и здоровья ликвидаторов в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС связаны с сочетанным действием малых доз радиации, психологического стресса и других факторов нерадиационной природы.

Ключевые слова: иммунитет, здоровье, радиотревожность, стресс, ионизирующие излучения, Чернобыльская авария.

Введение

По вопросу о последствиях Чернобыльской аварии для здоровья миллионов людей, подвергшихся воздействию малых доз радиации (ионизирующего излучения – ИИ), до настоящего времени продолжают дискуссии. В этой связи существенный интерес представляют сведения о здоровье участников ликвидации последствий аварии (УЛПА), часть которых была облучена относительно более значительными дозами ИИ. Анализ воздействия на организм разных доз радиации показывает, что малые уровни радиационного воздействия, которому подвергались ликвидаторы при проведении работ в зоне Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС), могут вызывать нарушения здоровья [1]. Но при этом следует отметить, что УЛПА, а также население загрязненных радионуклидами территорий подвергаются также хроническому воздействию психологического стресса [2–4]. В этой связи существенный интерес для специалистов в области радиационной гигиены представляет оценка психологических изменений и здоровья в отдаленный период после аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС).

Цель исследования – характеристика здоровья участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС в отдаленный период после воздействия факторов радиационной и нерадиационной природы.

Материалы и методы

При оценке состояния здоровья ликвидаторов аварии на ЧАЭС целесообразно использовать методы оценки тревожности [5] и психического здоровья, их взаимосвязь с личностными свойствами путем проведения рисуночного теста,

который является информационным средством в познании личности испытуемого и путем неосознанных эмоциональных переживаний характеризует состояние ликвидатора в ситуациях во время и после Чернобыльской аварии.

Для характеристики состояния здоровья ликвидаторов была проведена оценка их заболеваемости, для которой были использованы объективные иммунологические методы исследования.

Для характеристики заболеваемости проведено 4 серии исследований.

В 1-й серии проанализированы материалы диспансерного обследования 290 участников ликвидации аварии в 1986 г. – мужчин в специализированном городском отделении (диспансере) радиационной профпатологии больницы № 20 Санкт-Петербурга за 20 лет в ближайший и отдаленный период после аварии, с 1986 по 2006 г. Изучены медицинские карты лиц с дозами облучения выше 200 мГр (1-я группа УЛПА) и ниже 50 мГр (2-я группа). В каждую группу входило 145 ликвидаторов. Дозы внешнего облучения в 1-й группе колебались от 200 до 860 мГр при среднем значении 290 мГр, во 2-й группе – от 2 до 50 мГр при среднем значении 21 мГр. То есть средние дозы внешнего облучения в группах отличались более чем на порядок. Ликвидаторы достаточно регулярно посещали диспансер. Возраст УЛПА 1-й и 2-й групп практически не отличался. На момент аварии он колебался от 19 до 50 лет и составлял в среднем 36 лет. Условия жизни ликвидаторов также значительно не отличались. Это дало возможность при анализе у них заболеваний использовать объективный метод сравнения «случай – контроль».

При проведении 2-й серии исследований была изучена заболеваемость у группы ликвидаторов, проходивших

обследование в научно-лечебном центре ветеранов подразделений особого риска (НЛЦ ПОР). Была отобрана группа из 89 человек, 72 из них (80,9%) работали на ЧАЭС в 1986–1987 гг., 17 (19,1%) – в 1988–1989 гг. К ним подобран контроль из такого же количества людей с аналогичным возрастным распределением, проходивших обследование в НЛЦ, но не связанных по роду своей деятельности с какими-либо источниками ионизирующего излучения. В каждую из групп входили мужчины в возрасте на момент обследования от 41 до 60 лет в основной группе и от 41 до 66 лет в контрольной группе при среднем возрасте 53,8±1,0 и 53,8±1,1 года соответственно. То есть для анализа показателей здоровья ликвидаторов аварии на ЧАЭС и здесь использован анализ по методу «случай – контроль», позволяющий получать наиболее достоверные данные об имеющихся различиях.

Для характеристики заболеваемости ликвидаторов проведен анализ количества заболеваний, зарегистрированных в их историях болезни с оценкой по системе МКБ-10.

Иммунологическое обследование (3-я серия исследований) проведено у 136 ликвидаторов-мужчин в возрасте 46±2 лет. Из них 85 проводили работы по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС в 1986 г.; остальные – в более поздние сроки, в основном в 1987 г. Контрольную группу составили 136 мужчин такого же возраста (46±2 лет), которые не имели контакта с источниками ИИ. В обеих группах (основной и контрольной) определяли содержание комплемента (общая гемолитическая активность) и лизоцима (процент лизиса лизирующегося микрококка) – гуморальные факторы врожденного иммунитета и показатели, характеризующие функцию Т- и В-лимфоцитов, состояние клеточного и гуморального иммунитета. Оценка комплекса этих показателей позволяла судить об устойчивости к инфекции. Известно, что функция клеток более радиочувствительна, чем их морфология. О функ-

ции Т-лимфоцитов судили по их способности к продукции лимфокинов в реакции торможения миграции лейкоцитов (РТМЛ) с вирусными и тканевыми антигенами. Реакция с вирусными антигенами давала также возможность определять сенсбилизацию (повышенную чувствительность) к вирусам, а с тканевыми антигенами – клеточные аутоиммунные сдвиги. Аутоиммунные изменения – клеточные, а также гуморальные (в реакции связывания комплемента – РСК – длительное связывание по В.И. Иоффе и пассивной гемагглютинации – РПГА) имеют важное значение при развитии ряда заболеваний щитовидной железы, сердечно-сосудистой системы и др. и переходе их в хроническое течение, а также в процессах преждевременного старения. О функции В-лимфоцитов судили по их способности к выработке иммуноглобулинов различных классов (IgG, IgM, IgA) при диффузии их в геле.

При обследовании УЛПА, находящихся на обследовании в НЛЦ, и дополнительно у 30 ликвидаторов проведено определение наличия тревожности и психологическое обследование (4-я серия исследований).

Результаты и обсуждение

1. Заболеваемость

Данные оценки заболеваемости при ежегодной диспансеризации с регистрацией всех выявленных случаев заболеваний представлены в таблице 1.

В таблице 1 приведены результаты определения первичной заболеваемости в 1-й и 2-й группах, средние данные, накопленные за 20-летний срок наблюдения, в основном для тех форм заболеваний, где различия между группами значимы ($p < 0,05$) или близки к этому ($0,1 < p > 0,05$). Превышение числа заболеваний в 1-й группе имелось по всем основным классам болезней. Наиболее выраженными и достоверными были различия в заболеваемости энцефалопатией, которую относят к V

Таблица 1

Сравнительные данные первичной заболеваемости с 1986 по 2005 г.

Класс МКБ-10	Вид заболевания	Группа	N*	% от всех	P**	Mcp***
	ВСЕ	1	1160	100	0,001	792,3
		2	998	100		688,7
II	Новообразования злокачественные	1	12	1,03	0,092	8,2
		2	5	0,50		3,4
V	Энцефалопатии	1	150	12,99	0,047	102,5
		2	118	11,82		81,2
IX	Системы кровообращения	1	303	26,12	0,094	207,1
		2	265	26,55		183,9
XI	Органов пищеварения	1	175	14,99	0,22	119,6
		2	153	15,32		105,3
XII	Кожи и подкожной клетчатки	1	12	1,03	0,068	8,2
		2	4	0,40		2,7
XV	Мочевыделительной системы	1	50	4,31	0,013	34,2

% – доля случаев данного диагноза среди всех;

* – число случаев постановки данного диагноза;

** – значимость различий по критерию χ^2 при числе степеней свободы $df=1$;

*** – средняя за 20 лет наблюдения первичная заболеваемость на 100 человек в год.

группе по МКБ и мочевыделительной системы ($p < 0,05$). В результате суммарная заболеваемость у ликвидаторов 1-й группы, получивших более значительную дозу облучения, был более высокой, чем во 2-й. Использование метода «случай – контроль» показало, что за 20 лет наблюдения у ликвидаторов, облученных в дозе более 200 мЗв, первичная заболеваемость, как суммарная, так и отдельными нозологическими формами, значимо выше, чем у облученных в дозе 50 мЗв и менее. Выявленные изменения заболеваемости между группами могут быть связаны в определенной степени с различием в дозах облучения.

Однако достоверных различий между группами по общему числу глазных заболеваний и по отдельным их видам (катаракты, глаукома, ангиопатии и др.) не выявлено. Наибольший долевого вклад в число всех офтальмологических заболеваний приходится на ангиопатию сетчатки, который одинаков в обеих группах и составляет 57%. На протяжении 20-летнего периода наблюдения средний возраст регистрации этого заболевания в 1-й группе равнялся $47,8 \pm 1,2$ года, а во 2-й группе – $50,7 \pm 0,8$ ($p < 0,05$). У лиц 1-й группы при более высоких дозах радиации ангиопатия сетчатки выявлялась в несколько более раннем возрасте. Такие явления можно связать с интенсификацией инволюционных процессов, на что имеются указания и в литературе [6]. Следовательно, проведенные исследования не выявили связи появления катаракт, а также глаукомы и прочих заболеваний глаз с уровнем радиационного воздействия в области малых доз ионизирующего излучения.

Порог появления радиационно-индуцированной офтальмологической патологии выше уровней облучения, отмеченных у ликвидаторов. Однако повышение у УЛПА, проходящих диспансерное обследование, максимальной дозы облучения с 50 мГр до 860 мГр (средние дозы 50 и 290 мГр) привело к увеличению поражения сердца и сосудов, в том числе и сосудов головного мозга. Эти сведения находят подтверждение у УЛПА, проходящих обследование и лечение в стационаре (НЛЦ ПОР), где также наблюдалось выраженное повышение патологии сердечно-сосудистой системы (табл. 2).

В таблице 2 приведены данные о числе заболеваний при анализе почти 75% болезней. Оно превышает у ликвидаторов данные контрольной группы.

Особенно выраженное, более чем 10-кратное повышение отмечалось в отношении заболеваний сердечно-сосудистой системы. Поэтому, несмотря на несколько

более высокие показатели заболеваемости в контрольной группе болезнями уха, горла и носа, органов дыхания и пищеварения суммарная заболеваемость в группе ликвидаторов выше, чем в контрольной.

Важно отметить, что у них было значительно повышено и количество болезней эндокринной системы. Воздействие радиоактивного йода на щитовидную железу ликвидаторов отмечено рядом авторов. Имеются сведения и о повышении у УЛПА заболеваемости раком щитовидной железы. А.Ф. Цыб [8] указывает на 5-кратное превышение заболеваемости раком щитовидной железы над спонтанным уровнем.

Приведенные в таблицах 1 и 2 материалы демонстрируют повышение заболеваемости ликвидаторов в весьма отдаленный период после аварии на ЧАЭС.

Наличие нарушений здоровья на этих сроках подтверждают результаты иммунологического обследования.

2. Иммунологические исследования

Большинство имеющихся литературных материалов свидетельствуют об изменениях иммунитета и неспецифической защиты у ликвидаторов Чернобыльской аварии уже во время работы в зоне ЧАЭС и в первые дни, недели, месяцы после воздействия факторов аварии. Но данные о нарушениях иммунитета в отдаленный период после аварии немногочисленны [8, 9]. Наши исследования показывают возможность существенных иммунологических нарушений у УЛПА через десятилетия после Чернобыльской аварии. Было показано угнетение гуморальных показателей врожденного иммунитета – активности комплемента и лизоцима, являющихся одним из факторов противомикробной защиты. Важное значение при этом имеет гуморальный В-иммунитет. О нарушении функции В-лимфоцитов свидетельствует снижение содержания в сыворотке крови иммуноглобулинов IgA и IgM, особенно у ликвидаторов, принимавших участие в ЛПА в 1986 г. (табл. 3).

У небольшой группы из 20 ликвидаторов определялось содержание иммуноглобулинов А и Е также в слюне. Снижение концентрации секреторного иммуноглобулина А по сравнению с контрольной группой из 10 человек не обнаружено. Но если в контрольной группе повышенные концентрации IgE отмечены лишь в одном случае, то у ликвидаторов – в 9 (45%, $p < 0,05$). Полученные данные можно расценить как показатель аллергизации УЛПА.

Таблица 2

Количество заболеваний в группах ликвидаторов (ЛИКВ) и контрольной (К)

Класс МКБ-10	Болезни	Заболеваемость на 100 чел.		Доля заболеваемости в %	
		Ликвидаторы	Контроль	Ликвидаторы	Контроль
II	Новообразования	1,12	0	0,2	0
IV	Болезни эндокринной системы	20,22	14,77	3,3	2,8
VI	Болезни нервной системы	1,01	0,79	1,6	1,5
VII	Болезни глаза	1,91	1,59	3,1	3,0
IX	Болезни системы кровообращения	288,76	23,29	47,3	44,7
XIII	Костно-мышечная система	7,19	5,45	11,8	10,5
XIV	Мочеполовая система	46,07	43,18	7,5	8,3
	Суммарная заболеваемость	610,12	521,59	100	100

Таблица 3

Концентрации иммуноглобулинов в сыворотке крови ликвидаторов

Группы	Концентрация иммуноглобулинов, г/л (M±m)		
	IgG	IgA	IgM
Ликвидаторы (всего)	11,7±0,4	1,71±0,08*	0,78±0,12**
Ликвидаторы 1986 г.	11,6±0,5	1,69±0,09*	0,77±0,03**
Ликвидаторы 1987 г.	11,9±0,8	1,78±0,19	0,82±0,10*
Контроль	12,5±0,6	1,98±0,11	1,11±0,08

*, ** – различия с контрольной группой статистически достоверны, p<0,05; 0,01.

Как уже отмечалось, при определении торможения миграции лейкоцитов с митогенами, в частности вирусными и тканевыми антигенами можно выявить способность Т-клеток к продукции лимфокинов, то есть получить данные о функции этих клеток. Широкое распростране-

ние острых респираторных вирусных инфекций у ликвидаторов делает целесообразным определение у них клеточных иммунологических сдвигов в отношении респираторных вирусов. Такие изменения были обнаружены к антигенам аденовирусов и вирусов гриппа А (H1N1 и H3N2) у 39%, 27%, 50% обследованных УЛПА соответственно (рис. 1). Повышение частоты торможения РТМЛ к этим антигенам (торможение более 30%) по сравнению со здоровым контролем было достоверно (p<0,05).

У ликвидаторов отмечено торможение миграции лейкоцитов и при использовании тканевых антигенов – сердца, сосудов (аорта), легких, печени, почек, щитовидной железы, что свидетельствует о наличии клеточных аутоиммунных сдвигов. Отмечены и гуморальные аутоиммунные сдвиги.

При определении противотканевых антител в реакции длительного связывания комплемента на холоде (по В.И. Иоффе) имелось примерно 2–4-кратное достоверное (p<0,01–0,001) повышение частоты выявления противотканевых антител (аутоантител) ко всем использованным в реакции связывания комплемента антигенам (рис. 2).

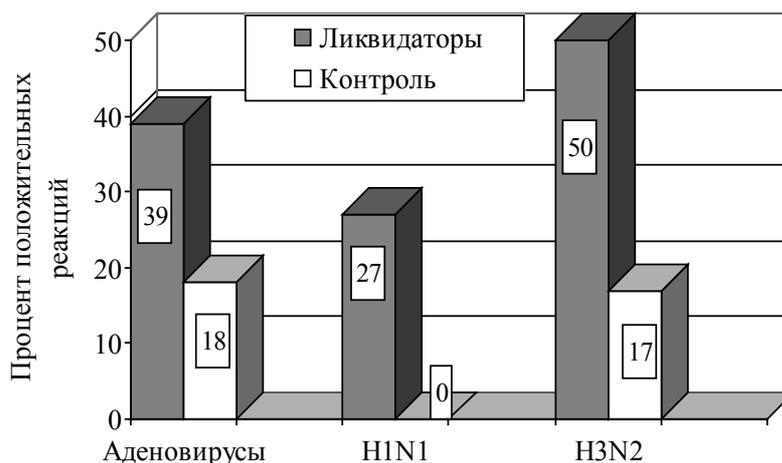


Рис. 1. Клеточные иммунологические сдвиги в отношении респираторных вирусов

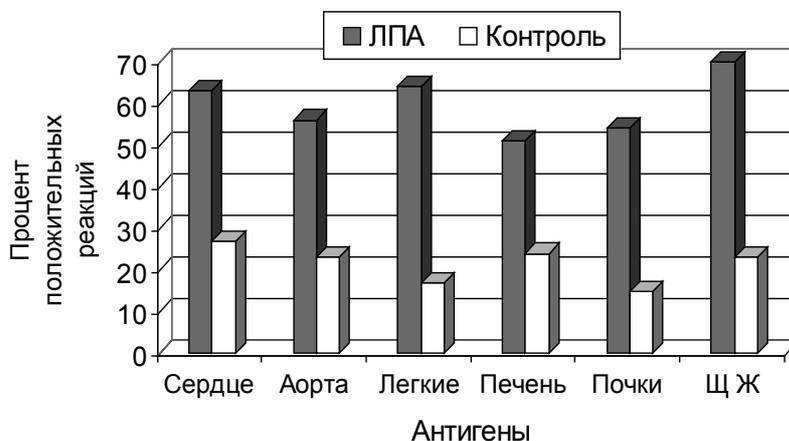


Рис. 2. Противотканевые комплементсвязывающие аутоантитела

Повышенное образование аутоантител к антигенам щитовидной железы выявлено и при постановке реакции пассивной гемагглютинации – РПГА.

Проведенное иммунологическое обследование подтвердило наличие нарушений здоровья у ликвидаторов в отдаленный период после Чернобыльской аварии, сочетанного иммунодефицитного и аутоагрессивных состояний. Что касается причин выявленных иммунологических изменений, то данные, полученные после атомных бомбардировок в Японии [10] и у нас в стране после аварий на Южном Урале [11], указывают на возможность весьма продолжительных изменений иммунитета после радиационного воздействия. Наличие хронического стресса также отражается на состоянии иммунитета.

3. Психологические исследования

При использовании метода Ч. Спилберга и Ю. Ханина ситуативная тревожность по среднему числу баллов несколько различается в основной и в контрольной группах ($49,4 \pm 1,0$ и $41,9 \pm 1,9$ соответственно). При сравнении распределений внутри групп между ними выявлены достоверные различия ($p < 0,000$ по χ^2): более значительное количество ликвидаторов имеет высокие показатели тревожности.

Среднее значение обычной личностной тревожности, выраженной в баллах, в группе ликвидаторов аварии на ЧАЭС по t-критерию выше, чем в контрольной группе ($52,0 \pm 1,0$ у ликвидаторов и $43,2 \pm 1,7$ в контрольной группе). При сравнении распределений внутри групп также выявлено достоверное различие между ними ($p < 0,000$ по χ^2).

При проведении рисуночного теста, который является информационным средством в познании личности испытуемого, респонденту дается инструкция: «Постарайтесь вспомнить и нарисовать себя, каким Вы были до или во время аварии, и какой Вы в настоящее время». На этих рисунках нашли отражение представления ликвидаторов об отрицательном влиянии на них аварийной ситуации. Так, на на рисунках «до аварии» человек был изображен вселым, здоровым с большими глазами, «после аварии» – старым, сгорбленным или больным, лежащим на кушетке.

Оценка рисуночного теста позволяет предположить, что люди не хотят возвращаться к воспоминаниям о днях своей работы во время аварии на ЧАЭС, их жизнь четко разделилась на ДО и ПОСЛЕ аварии. В них живет страх за свою жизнь, здоровье.

Полученные данные показали, что большая часть участников ликвидации аварии на ЧАЭС до сих пор не пережили до конца последствия психологического стресса, связанного с Чернобыльской аварией и потерей здоровья.

Заключение

Представлены данные о состоянии здоровья участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС в отдаленный период (12–20 лет) после событий в Чернобыле. В настоящее время отсутствует единая точка зрения по вопросу влияния на здоровье малых доз радиации (ИИ), и Чернобыльская авария только обострила имеющиеся разногласия, касающиеся здоровья миллионов людей. Обоснованное заключение по этой проблеме является одной из важнейших задач радиационной гигиены. После аварии на ЧАЭС радиационному воздействию подверга-

лись не только жители территорий, загрязненных радионуклидами, но и участники ликвидации последствий аварии (УЛПА). При этом часто уровень их облучения был более значителен, чем населения загрязненных радионуклидами районов. Поэтому оценка состояния здоровья ликвидаторов представляет особый интерес для характеристики действия малых уровней радиационного воздействия не только после радиационных аварий, но и при целом ряде иных ситуаций, представляющих интерес для специалистов в области радиационной гигиены. В этой связи важно оценить не только следствия, но и причины нарушений здоровья после Чернобыльской аварии, наметить перспективы дальнейших исследований.

Анализ частоты заболеваний у ликвидаторов, проходящих диспансерное обследование, а также обследование и лечение в НЛЦ показал значительное повышение у них случаев не только патологии сердечно-сосудистой системы, дисциркуляторной энцефалопатии, но также патологии эндокринной системы и других заболеваний. Результаты иммунологических исследований не только подтверждают наличие у ликвидаторов нарушений здоровья в весьма отдаленный период после аварии на ЧАЭС, но и указывают на значение сочетанного иммунодефицитного и аутоагрессивного состояний в выявленных изменениях.

Показано также значение психологического стресса, связанного с радиацией, в нарушениях здоровья. Отмечено наличие радиотревожности у обследованных ликвидаторов. Как свидетельствуют результаты психологических исследований, представления об аварии рассматривались ликвидаторами как ключевой элемент сознания личности, в частности, адаптационного. По мере удаления от момента аварии содержание представлений о ней отражает концентрацию личности на особенностях психического здоровья и своего личностного потенциала.

Полученные данные указывают на нарушения иммунитета и здоровья у ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС и свидетельствуют о неблагоприятном влиянии ионизирующего излучения в сочетании с факторами радиационной природы на здоровье.

Предложенные методические подходы при оценке состояния здоровья УЛПА целесообразно использовать при обследовании населения территорий, загрязненных радионуклидами и при воздействии ИИ в иных радиационных ситуациях.

Литература

1. Акеев, А.В. Особенности иммунного статуса жителей прибрежных сел реки Теча через 50 лет после начала облучения / А.В. Акеев, Е.А. Овчарова // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2008. – Т. 48, № 3. – С. 261–277.
2. Гуськова, А.К. Медико-психологические последствия аварийной ситуации и их преодоление / А.К. Гуськова // Бюллетень по атомной энергии. – 2001. – № 3–4. – С. 39–41.
3. Ородовская, И.В. Иммунологический мониторинг больших групп населения, включая контингент лиц, участвовавших в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС : автореф. дисс...докт. мед. наук / И.В. Ородовская. – М., 1991.
4. Румянцева, Г.М. Комплексная терапия и реабилитация участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС, страдающих психическими заболеваниями / Г.М. Румянцева, Т.М. Левина, О.В. Чинкина. – М., 2007. – 152 с.

5. Румянцева, Г.М. Проблемы восприятия и субъективной оценки риска от ионизирующей радиации / Г.М. Румянцева, О.М. Чинкина // Радиационная гигиена. – 2009. – Т. 2, № 3. – С. 50–58.
6. Спилберг, Ч.Д. Методики психодиагностики в спорте / Ч.Д. Спилберг, Ю.Л. Ханин. – М.: Просвещение, 1984. – 130 с.
7. Сосновский, С.В. Изменения органа зрения у ликвидаторов аварии на ЧАЭС в отдаленном периоде наблюдения / С.В. Сосновский, О.Н. Нестеренко // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2008. – № 1. – С. 11–18.
8. Цыб, А.Ф. Медицинские последствия аварии на Чернобыльской АЭС / А.Ф. Цыб // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 1998. – Т. 43, № 1. – С. 18–23.
9. Опыт мониторинга здоровья при воздействии малых доз ионизирующего излучения / под ред. В.М. Шубика, И.К. Романовича. – СПб.: ВМА, 2005. – 303 с.
10. Ярилин, А.А. Радиация и иммунитет. Вмешательство ионизирующих излучений в ключевые иммунные процессы / А.А. Ярилин // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1999. – Т. 39, № 1. – С. 181–189.
11. Itsuzo, S. Effect A-bomb radiation on the human body / S. Itsuzo [et al.]. – Tokio, 1995. – 419 p.

O.V. Baranova¹, T.M. Koroleva², V.M. Shubik²

Some Health Indexes of Chernobyl liquidators (Delayed effects)

¹ Scientific and Medical Centre for Veterans of Special Risk Units «Federal Medical Institution Medical Unit 144 of FMBA of Russia», Saint-Petersburg

² Federal Scientific Organization «Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev», Saint-Petersburg

Abstract. Twelve to twenty years after the Chernobyl accident, liquidators that have been exposed to a wide range of doses (200-890 mSv) show radiophobia. The achieved level of adaptation to life is associated with overstrain in emotional and somatic spheres. At relatively higher exposure levels, morbidity is increased, especially pathology of the cardiovascular system. Growth in the number of cataracts is absent, but involuntal changes of retina vessels are increased.

Suppression of innate and acquired humoral and cellular immunity and autoallergic shifts play significant role in the identified health problems.

Disorders of immunity and health of the liquidators in the remote period after the accident at the Chernobyl nuclear power plant is due to the combined effect of low radiation doses, psychological stress and other factors of non-radiation nature.

Key words: immunity, health, radiophobia, stress, ionizing radiation, the Chernobyl accident.

Поступила: 15.04.2012 г.

О.В. Баранова
Тел.: (812)309-03-64
E-mail: Olga.homyakova.71@mail.ru