

УДК 616.13–002.2:616.153.915:612.014.48.

## ВЛИЯНИЕ «МАЛЫХ ДОЗ» ВНЕШНЕГО ХРОНИЧЕСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ЛИПИДНОГО ОБМЕНА И РИСК РАЗВИТИЯ АТЕРОСКЛЕРОЗА У РАБОТНИКОВ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Безрукова Г. А., Громова Л. Д., Спирин В.Ф.  
*ГУ Саратовский НИИ сельской гигиены, Саратов*

**На примере практически здоровых мужчин с разным стажем работы в атомной энергетике показан дозо–зависимый антиатерогенный эффект радиационного воздействия, не зависящий в диапазоне «малых доз» от мощности ионизирующего излучения. Выявленная закономерность рассматривается как частный случай проявления радиационного гормезиса, биохимические механизмы которого требуют дальнейшего уточнения.**

В последние десятилетия в связи с улучшением условий труда и снижением радиационной нагрузки на персонал предприятий атомной промышленности и энергетики основной причиной заболеваемости и инвалидизации работников, контактирующих с ионизирующим излучением, становятся не профессиональные (лучевая болезнь), а общесоматические заболевания, одно из ведущих мест среди которых принадлежит сердечно–сосудистой патологии [4].

Результаты многочисленных экспериментальных и клинических исследований в области радиационной медицины не выявляют стимулирующего воздействия «малых доз» ионизирующей радиации на процессы атерогенеза и развитие сердечно–сосудистых заболеваний (ССЗ) [9, 11]. Однако, данные динамических эпидемиологических наблюдений за состоянием здоровья ликвидаторов последствий аварии (ЛПА) на Чернобыльской АЭС, подвергшихся облучению в «малых» и «средних» дозах, свидетельствуют о статистически достоверном росте общей заболеваемости данной категории лиц, обусловленным, в первую очередь, более высокой частотой ССЗ и психических расстройств [18]. И хотя большинство исследователей считают, что основной причиной выявленных сдвигов в структуре заболеваемости ЛПА является хронический нервно–эмоциональный стресс [6, 16], имеются литературные источники [1, 17], указывающие на наличие взаимосвязи между полученной дозой внешнего облучения и более ранним, по сравнению с возрастными нормами, развитием у ЛПА атеросклероза и ишемической болезни сердца.

Исходя из вышеизложенного, чрезвычайно важным представляется изучение состояния липидного обмена и вероятности риска развития атеросклероза у практически здоровых мужчин,

контактирующих с ионизирующим излучением в условиях нормальной работы реактора АЭС.

Материал и методы исследования.

Под нашим наблюдением находилось 226 практически здоровых (не имеющих в анамнезе хронических заболеваний и не предъявляющих жалоб во время профосмотра) мужчин в возрасте от 30 до 50 лет с индивидуальными накопленными эффективными дозами (НЭД) облучения от 0,012 до 10 сЗв, работающих в контакте с ионизирующим излучением (Балаковская АЭС) от 1 до 15 лет. В зависимости от возрастного статуса все обследованные были разделены на две группы. В группу 1 вошли мужчины в возрасте от 30 до 39 лет (средний возраст  $35,1 \pm 0,3$  года); группу 2 составили работники в возрасте от 40 до 50 лет (средний возраст  $44,3 \pm 0,3$  года). Для оценки возможного влияния величины НЭД на основные показатели системы холестерина гомеостаза [19] в данных возрастных группах дополнительно были выделенные четыре подгруппы: А – НЭД менее 0,5 сЗв, В – НЭД от 0,5 до 1,5 сЗв, С – НЭД от 1,5 до 4,5 сЗв и D – НЭД от 4,5 до 10 сЗв. Подгруппы 1А и 2А рассматривались в качестве групп сравнения, так как в соответствии с «Концепцией проживания населения в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС» годовая эффективная доза 0,5 сЗв установлена в качестве предельно допустимой, не вызывающей негативного воздействия на здоровье населения, проживающего на загрязненных территориях [3].

Показатели липидного обмена – содержание общего холестерина (ХС), ХС липопротеидов высокой плотности ( $\alpha$ -ХС) и триацилглицеридов (ТГ) определяли унифицированными ферментативными методами, концентрацию ХС липопротеидов очень низкой и низкой плотности ( $\beta$ -ХС)

рассчитывали по Rifkind [7], коэффициент атерогенности (КА) по А.Н. Климову [8], тип дислипидемии (ДЛП) определяли по Fredrickson [12]. При фенотипировании ДЛП и оценки вероятности развития атеросклероза использовали общепринятые референтные значения показателей липидного обмена [7, 8, 15]. Концентрацию тестостерона (Т) исследовали стандартизированным иммуноферментным методом. Статистическая обработка полученных данных проводилась на IBM PC с использованием программ "EXCEL-2000". Результаты исследования и их обсуждение. Общеизвестно, что показатели липидного обмена и уровня половых гормонов имеют свои возрастные значения нормы, обусловленные изменениями нейрогормональной регуляции метаболизма и снижением ряда физиологических функций организма в процессе его старения [7, 8]. Результаты исследования влияния возраста на значения основных показателей системы холестерина гомеостаза вы-

явили (табл.1) статистически достоверное различие по уровню ХС ( $p < 0,01$ ),  $\beta$ -ХС ( $p < 0,001$ ) и КА ( $p < 0,05$ ) среди обследованных лиц разных возрастных групп. При этом возраст находился в слабой положительной корреляционной связи только с концентрацией общего ХС (+0,28) сыворотки крови. Несмотря на то, что в обеих группах средние значения концентрации ХС и  $\beta$ -ХС соответствовали нижним пределам возрастной нормы, в группе 2 отмечался повышенный (по сравнению с референтными величинами) средний уровень КА, что могло свидетельствовать о наличии в старшей возрастной группе лиц с атерогенными нарушениями по типу первичных гипоальфалипотеинемий [15]. На это указывали и результаты корреляционного анализа, выявившего наиболее значимую отрицательную связь между уровнем  $\alpha$ -ХС и величиной КА:  $\alpha$ -ХС (-0,79),  $\beta$ -ХС (+0,58), ХС (+0,52) и ТГ (+0,49).

**Таблица 1.** Показатели липидного обмена и уровень тестостерона у работников АЭС.

Группы	ХС	$\alpha$ -ХС	$\beta$ -ХС	КА	ТГ	Т	НЭД
	(ммоль/л) М±δ	(ммоль/л) М±δ	(ммоль/л) М±δ				
Группы 1+2	4,93±0,06	1,53±0,03	2,77±0,07	2,4±0,1	1,34±0,06	20,14±0,4 9	2,61±0,19
Группа 1 n=111	4,72±0,07	1,53±0,04	2,50±0,12	2,3±0,1	1,29±0,08	19,67±0,6 5	2,23±0,24
Возраст. норма	5,09±0,16	1,59±0,09	3,44±0,22	2,2±0,2	1,24±0,08	> 12	
Группа 2 n=115	5,16±0,09 **	1,58±0,03	3,00±0,09 ***	2,6±0,1 *	1,38±0,07	20,60±0,7 1	2,95±0,32 *
Возраст. норма	5,32±0,17	1,66±0,09	3,88±0,18	2,4±0,2	1,47±0,19	> 12	

**Примечание.** \* -  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$  – различия достоверны по сравнению с группой 1.

Проведенное исследование продемонстрировало высокую вариабельность уровня свободного тестостерона в сыворотке крови мужчин обеих возрастных групп. В отсутствии какой-либо зависимости между возрастом обследованных лиц и уровнем этого гормона, обращала на себя внимание отрицательная корреляционная связь между содержанием Т, концентрацией ТГ (-0,32) и  $\beta$ -ХС (-0,39), а также величиной КА (-0,35).

Причем, у лиц обеих групп с КА выше 4-х практически всегда отмечались пониженные (менее 12 нмоль/л) значения уровня тестостерона. И хотя до настоящего времени вопрос антиатерогенного действия тестостерона остается дискуссионным [14], полученная закономерность позволяет рассматривать снижения уровня данного гормона ниже физиологической нормы в качестве дополнительного предиктора риска развития

атеросклероза у мужчин молодого и среднего возраста.

Достоверное различие (табл. 1) в средних уровнях НЭД ( $p < 0,05$ ) между выбранными группами обследованных лиц позволяло предположить, что характерные для группы 2 атерогенные изменения липидного спектра, могли быть обусловлены не только возрастным фактором, но и более высокой дозой нагрузкой радиационного облучения мужчин старше 40 лет. В отличие от ожидаемого негативного воздействия хронического ионизирующего облучения на продукцию половых гормонов и состояние ли-

пидного обмена, результаты проведенного исследования продемонстрировали низкую корреляционную связь между величиной НЭД, уровнем  $\alpha$ -ХС (+0,24) и КА (-0,15), направленность которой могла свидетельствовать об антиатерогенном действии «малых доз» облучения.

Для уточнения характера дозо-зависимых эффектов ионизирующего излучения была проведена сравнительная оценка влияния четырех выбранных градаций НЭД на показатели липидного обмена и уровень тестостерона у обследованных лиц разных возрастных групп.

**Таблица 2.** Влияние накопленной эффективной дозы облучения на показатели липидного обмена и уровень тестостерона у работников АЭС разных возрастных групп

Группы	ХС (мг/моль/л) М±δ	$\alpha$ -ХС (мг/моль/л) М±δ	$\beta$ -ХС (мг/моль/л) М±δ	КА М±δ	ТГ (мг/моль/л) М±δ	Т (нмоль/л) М±δ	НЭД (сЗв) М±δ
Группа 1А n=29	4,66±0,22	1,40±0,06	2,50±0,26	2,5±0,1	1,31±0,11	17,19±1,67	0,20±0,03
Группа 1В n=27	4,71±0,13	1,55±0,06	2,57±0,14	2,2±0,2	1,40±0,22	18,96±1,82	0,91±0,05
Группа 1С n=38	4,76±0,20	1,62±0,08 **	2,45±0,18	2,1±0,2 *	1,17±0,13 *	20,83±1,91 *	2,92±0,14
Группа 1Д n=17	4,78±0,18	1,57±0,10	2,47±0,07	2,2±0,2	1,39±0,24	24,73±2,55 **	7,11±0,60
Группа 2А n=24	5,18±0,21	1,42±0,07	3,10±0,17	2,8±0,2	1,45±0,15	19,93±2,81	0,17±0,03
Группа 2В n=33	5,01±0,17	1,53±0,09	2,81±0,15	2,5±0,2	1,29±0,11	19,6±1,92	0,91±0,04
Группа 2С n=30	5,20±0,19	1,70±0,08 **	2,96±0,20	2,4±0,3 *	1,32±0,14	21,42±2,01	2,69±0,15
Группа 2Д n=28	5,26±0,23	1,47±0,07	3,20±0,26	2,7±0,2	1,44±0,13	21,44±2,07	7,22±0,39

**Примечание.** \* -  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$  – внутригрупповые различия достоверны по сравнению с группами 1А и 2А.

Как видно из представленных данных (табл. 2), в обеих группах по мере возрастания средних значений НЭД до уровня 3 сЗв прослеживалась общая тенденция снижения вероятности риска развития атеросклероза, что подтверждалось статистически достоверным снижением КА в подгруппах 1С и 2С ( $p < 0,05$ ) до значений, соответствующих возрастной норме.

Выявленные позитивные сдвиги в липопротеиновом спектре, в первую очередь, были связаны с достоверным увеличением пула  $\alpha$ -ХС ( $p < 0,01$ ) у лиц обеих возрастных групп. Причем у мужчин моложе 40 лет повышение концентрации  $\alpha$ -ХС сопровождалось сочетанным снижением

содержания сывороточных ТГ ( $p < 0,05$ ) и ростом уровня свободного тестостерона, значения которого в группах 1С и 1Д возрастали в среднем на 21,1 и 43,8 %, соответственно, что, по нашему мнению, могло свидетельствовать о комплексном действии «малых доз» ионизирующего излучения на ключевые параметры липидного обмена и связанный с ним метаболизм стероидных гормонов.

Наиболее наглядно данная закономерность прослеживалась при анализе влияния величины НЭД на степень риска развития атеросклероза у находившихся под наблюдением практически здоровых мужчин, которую в соответствии с об-

щепринятыми методами [8, 12] рассматривали на фоне гипертриглицеридемии ( $>1,6$  ммоль/л) как умеренную при КА больше 3-х и как высокую при КА выше 4-х. Результаты исследования показали (рис.1), что частота распространения нарушений липидного обмена у работников АЭС, контактирующих с ионизирующим излучением, составляла в среднем 23,3% и соответствовала медико-статистическим данным по Российской Федерации (20–30%) [15].

Фенотипирование ДПЛ, проведенное среди всех лиц с вероятностью риска развития атеросклероза, выявило преимущественное наличие ДПЛ типа Па (40,7 %), IV (29,5 %) и гипоальфа-липопротеинемии (29,5 %). Причем для подгрупп 1С и 2С был характерен только последний тип. Среди обследованных подгруппы 1С как умеренный, так и высокий риск развития атеросклероза определялся в два раза реже, чем у персонала АЭС с НЭД ниже 0,5 сЗв. Для подгрупп 2А и 2С это различие было менее значимым и составляло, соответственно, 1,7 и 1,3 раза, что, на наш взгляд, могло быть связано как с возрастным фактором, так и с более длительным производственным контактом с ионизирующим излучением.

Общеизвестно, что дозозависимые эффекты радиационного воздействия носят кинетический характер и во многом определяются мощностью поглощенной дозы излучения, то есть временным периодом, в течение которого происходит накопление организмом эффективной дозы облучения [3]. Учитывая, что у обследованных лиц величина НЭД находилась в положительной корреляционной связи (+0,43) с длительностью работы в контакте с ионизирующим излучением, было проведено дополнительное сочетанное исследование влияния стажа работы и величины НЭД на наиболее значимые показатели липидного обмена. Для чего, все находившиеся под наблюдением лица, исходя из стажа работы с источниками радиации, были разделены на следующие группы: группа I – стаж работы от 1 до 5 лет, группа II – стаж работы от 5 до 10 лет, группа III – стаж работы от 10 до 15 лет. Дополнительно в зависимости от величины НЭД в каждой группе были выделены подгруппы: А – НЭД менее 0,5 сЗв, В – НЭД от 0,5 до 1,5 сЗв, С – НЭД от 1,5 до 4,5 сЗв и D – НЭД от 4,5 до 10 сЗв. В исследование не вошли подгруппы ID и IIIA, так как в группе I отсутствовали лица с НЭД выше 4 сЗв, а среди работников со стажем более 10 лет минимальная суммарная эффективная доза составляла 0,59 сЗв.

Анализ дозовых нагрузок работников Балаковской АЭС показал (табл. 3), что практически у всех, находившихся под наблюдением лиц, ин-

дивидуальные НЭД были значительно ниже установленных в Российской Федерации дозовых пределов для персонала АЭС (до 2 сЗв/г и не более 10 сЗв за любые последовательные 5 лет) и в среднем составляли 0,9, 2,9 и 3,9 сЗв для групп I, II и III, соответственно.

Несмотря на бесспорное различие средних значений НЭД, в группах, сформированных в зависимости от стажа работы в контакте с ионизирующим излучением, отмечалась высокая вариабельность индивидуальных дозовых нагрузок и показателей липидного обмена, не связанная с возрастным фактором. Статистически достоверное различие было выявлено только по уровню общего ХС между группами I и III ( $p < 0,05$ ). В то же время, судя по средним абсолютным значениям КА и уровню ТГ, у лиц со стажем работы на АЭС свыше 5 лет прослеживалась некоторая тенденция к снижению вероятности риска развития атеросклероза.

Для уточнения влияния на липидный обмен мощности поглощенной дозы излучения был проведен сравнительный анализ уровня ХС, ТГ и КА в подгруппах, в которые вошли лица, имевшие равноценные дозовые нагрузки при разном стаже работы на АЭС. Полученные результаты не выявили достоверного различия между показателями липидного обмена в данных подгруппах. Самые низкие, практически совпадающие по своим средним значениям, величины КА отмечались во всех подгруппах С. Данная закономерность характеризовалась резким снижением вероятности риска развития атеросклероза у работников АЭС с НЭД в пределах 2,5 – 3,0 сЗв. Причем в подгруппе IC присутствовало наименьшее число лиц (9,9%) с нарушениями липидного обмена.

Выявленные особенности взаимосвязи между средними значениями НЭД, длительностью контакта с ионизирующим излучением и КА (рис. 2) позволяют сделать вывод, что в случае внешнего хронического облучения в диапазоне «малых доз» (до 10 сЗв) у мужчин молодого и среднего возраста имеет место нелинейная зависимость между величиной дозовой нагрузки и частотой выявления атерогенных сдвигов в липидном обмене, не зависящая от мощности НЭД. При этом в отношении основного интегрального показателя состояния липидного обмена – коэффициента атерогенности, зависимость «доза – эффект» приближается к U-образной кривой, характерной для явлений гермезиса, сопровождающегося парадоксальной активацией защитных функций организма при действии токсических веществ и радиации в субингибирующих дозах [20]. Последнее согласуется с данными литературы о стимулирующем действии «малых

доз» ионизирующего излучения на развитие рас- компесаторно–приспособительных возможно-  
тений [10], повышение радиорезистентности и стей животных и человека [5].

**Таблица 3.** Влияние стажа работы и НЭД облучения на показатели липидного обмена у работников АЭС

Группы	Возраст (годы) М±δ	ХС (ммоль/л) М±δ	КА М±δ	КА > 3 (%)	ТГ (ммоль/л) М±δ	Стаж (годы) М±δ	НЭД (сЗв) М±δ
Группа I n= 61	37,2±0,7	4,82 ± 0,15	2,55 ± 0,19	26,9	1,44 ± 0,11	3,2 ± 0,2	0,89±0,14
Группа IA n= 28	36,9±1,0	4,89 ± 0,23	2,70 ± 0,26	30,2	1,39 ± 0,11	3,1 ± 0,2	0,16±0,03
Группа IB n= 18	36,6±1,3	4,85 ± 0,24	2,45 ± 0,35	25	1,57 ± 0,30	3,1 ± 0,3	0,98±0,07
Группа IC n= 15	38,5±1,5	4,59 ± 0,27	2,08 ± 0,33	9,9	1,40 ± 0,24	3,8 ± 0,3	2,62±0,26
Группа II n= 100	39,4±0,6	4,89 ± 0,11	2,35 ± 0,12	23,2	1,31 ± 0,08	8,8 ± 0,2	2,85±0,26
Группа IIA n=20	39,1±0,8	5,01 ± 0,23	2,46 ± 0,26	22,5	1,41 ± 0,21	8,4 ± 0,4	0,27±0,04
Группа IIB n= 25	40,5±1,2	4,77 ± 0,21	2,37 ± 0,27	22,6	1,26 ± 0,15	8,7 ± 0,3	0,90±0,05
Группа IIC n= 34	38,2±0,9	4,73 ± 0,15	2,06 ± 0,19	17,5	1,25 ± 0,14	8,7 ± 0,2	2,95±0,15
Группа IID n= 21	40,4±1,4	5,21 ± 0,26	2,53 ± 0,23	25	1,44 ± 0,15	9,3 ± 0,3	6,56±0,35
Группа III n= 65	42,7±0,6	5,13 ± 0,11 *	2,35 ± 0,14	23,3	1,26 ± 0,08	12,3 ± 0,1	3,83±0,47
Группа IIIB n= 22	43,7±1,2	5,19 ± 0,22	2,48 ± 0,31	22,2	1,24 ± 0,15	12,1 ± 0,3	0,89±0,07
Группа IIIC n= 23	40,9±0,9	5,37 ± 0,14	2,08 ± 0,20	15,7	1,16 ± 0,10	12,5 ± 0,2	2,82±0,19
Группа IIID n= 20	43,4±1,3	4,97 ± 0,20	2,50 ± 0,26	29,8	1,49 ± 0,20	12,2 ± 0,2	7,86±0,49

**Примечание.** \* -  $p < 0,05$  – различие достоверно по сравнению с группой I.

Таким образом, проведенное исследование позволило не только оценить вероятность риска развития атеросклероза у практически здоровых мужчин, работающих на АЭС в контакте с ионизирующим излучением, но и впервые выявить дозо–зависимый антиатерогенный характер влияния «малых доз» радиационного воздействия на липопротеиновый спектр сыворотки крови, биохимические механизмы которого требуют дальнейшего уточнения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Бабкин А.П., Чопоров О.Н., Куралесин Н.А. Особенности заболевания сердечно–сосудистой системы у ликвидаторов последствий аварий на Чернобыльской АЭС и проживающих на загрязненных радионуклеотидами территории

ях // Мед. труда и промыш. эколог. – 2002. – № 7. – С. 22–25.

2. Белова Л.А., Оглобина О.Г., Белов А.А. Процессы модификации липопротеинов, физиологическая и патогенетическая роль модифицированных липопротеинов // Вопр. мед. химии. – 2000. – № 1. – С. 8–21.

3. Беляев С.Т., Демин В.Ф., Книжников В.А. // Концепция минимизации ущерба здоровью и благополучию населения в результате аварии на Чернобыльской АЭС. 54 вопроса и ответа. – Мед. радиол. – 1992. – № 1. – С. 20–35.

4. Гуськова А.К., Селидовкин Г.Д. Состояние здоровья персонала предприятий атомной промышленности и энергетики: основные итоги и задачи на будущее // Актуальные вопросы клинической медицины: Тез. докл. VI науч–практ.

конф. терапевтов учрежд. фед. упр. «Медбиоэкстрем». – Саратов, 2000. – С. 40–47.

5. Домшлак М.Г. Современные проблемы количественной оценки генетического и канцерогенного рисков химических мутагенов и ионизирующих излучений // Бюл. Науч. Совета Медико–экологич. пробл. работающих. – 2003. – № 1. – С. 67–77.

6. Зубовский Г.А. Заболеваемость населения Брянской области РСФСР, проживающего на территории загрязненной радиоактивными веществами вследствие аварии на Чернобыльской АЭС // Мед. радиолог. – 1992. – № 1. – С.35–37.

7. Камышников В.С. Справочник по клинико–биохимической лабораторной диагностике. – Мн.: Беларусь, 2000. – Т. 2. – С. 106–188.

8. Климов А.Н., Никульчева Н.Г. Обмен липидов и липопротеидов и его нарушения. – СПб.: Питер Ком., 1999. – 512 с.

9. Книжников В.А. Радиационная безопасность на территориях, загрязненных в результате Чернобыльской аварии: порочный круг проблем // Мед. радиолог. – 1992. – № 1. – С. 4–8.

10. Кузин А.М., Копылов В.А. Радиотоксины. – М.: Наука, 1983. – 174 с.

11. Кутузова А.Б., Лелюк В.Г. Влияние ионизирующего излучения в «малых дозах» на структурные и гемодинамические показатели функции сердца // Актуальные вопросы клинической медицины: Тез. докл. VI науч–практ. конф. терапевтов учрежд. фед. упр. «Медбиоэкстрем». – Саратов, 2000. – С. 89–92.

12. Медицинская лабораторная диагностика (программы и алгоритмы)/ Под ред. А.И. Карпицкого. – СПб.: Интермедика, 1997. – С. 8–20.

13. Панасенко О.М., Сергеенко В.И. Гипохлорид, окислительная модификация липопротеинов крови и атеросклероз// Бюл. эксп. биол. и мед. – 2001. – № 5. – С. 484–494.

14. Поляков Л.М., Панин Л.Е. Липопротеиновая регуляция метаболических процессов // Усп. совр. биол.– 2000. Т.– 120, № 3. – С. 265–272.

15. Рожкова Т.А. Проблемы диагностики гиперлипотеидемии // Росс. мед. ж. – 2000. – № 3. – С. 14–16.

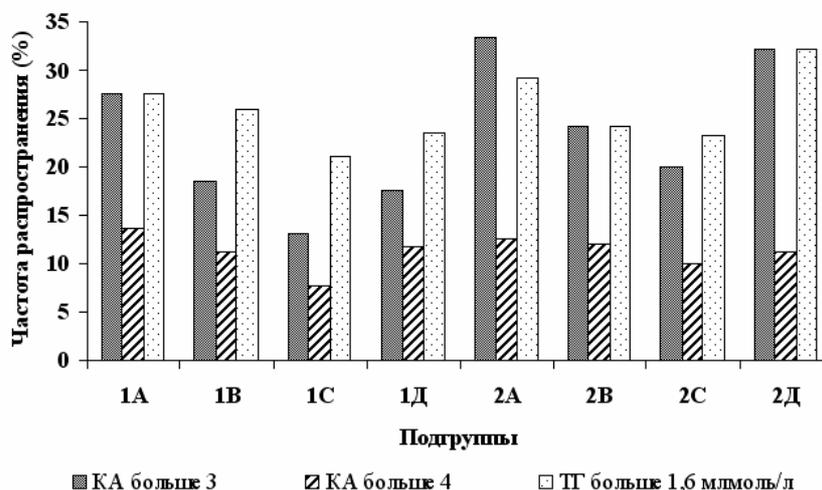
16. Романенко А.Е. Состояние здоровья населения Украины, подвергшегося радиационному воздействию в результате аварии на Чернобыльской АЭС // Мед. радиолог. – 1992. – № 1. – С. 37–40.

17. Туков А.Р., Шафранский И.П. Оценка относительного риска заболевания и смерти у лиц, принимавших участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. (на основе индекса DALY). – Мед. труда и промыш. экология. – 2001. – № 2. – С. 24–28.

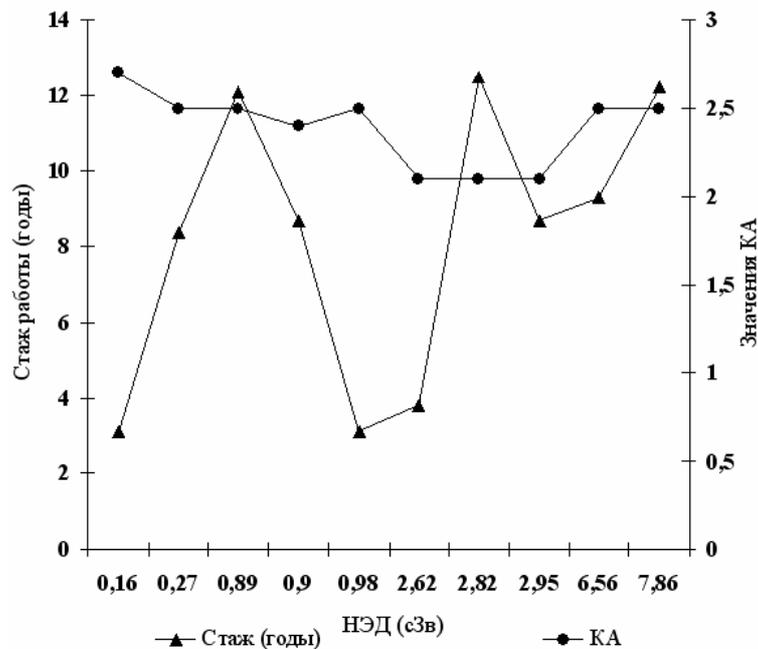
18. Цыб А.Ф., Иванов В.К., Айрапетов С.А. и др. Государственный регистр лиц, подвергшихся облучению в результате аварии на чернобыльской АЭС: дозиметрические, прогностические и эпидемиологические возможности // Мед. радиол. – 1992. – № 1. – С. 46–51.

19. Mahley R.W., Innerarity T.L. Lipoprotein receptors and cholesterol homeostasis // Biochim. Biophys. Acta. – 1983. – V. 737. – P. 197–222.

20. Rozman K.K. Delayed acute toxicity of 1,2,3,4,6,7,8–heptachlorodibenzo–p–dioxin (HrCDD), after oral administration, Obeys Haber Rule of Inhalation Toxicology // Toxicol. Science. – 1999. – V. 468. – P. 102–109.



**Рисунок 1..** Влияние НЭД облучения на риск развития атеросклероза у работников АЭС. (Ось X – подгруппы обследованных лиц, ось Y – частота распространения риска развития атеросклероза (в процентах)).



**Рисунок 2.** Влияние стажа работы и НЭД на значения КА у работников АЭС. (Ось X – НЭД (сЗв), ось Y<sub>1</sub> – стаж работы (годы), ось Y<sub>2</sub> – значения КА.)

### THE INFLUENCE OF “LOW DOSES” OF CHRONIC IRRADIATION ON THE LIPIDIC METABOLISM AND ATHEROSCLEROSIS DEVELOPMENT RISK OF NUKE WORKERS

Bezrukova G. A., Gromova L. D., Spirin V.F.

The dose-dependent antiatherogenic effect of radiation influence, independent in the range of “little dose” from the ionizing radiation power, was demonstrated on example of practically healthy men with different length of work in atomic energetic. The exposed regularity was regarded as particular case of the manifestation radioactive hormesis, its biochemical mechanisms take further accurate definition.