

Риск развития острого инфаркта миокарда у мужчин при долговременном радиационном воздействии

Карпов А.Б.^{1,2}, Тахауов Р.М.^{1,2}, Семёнова Ю.В.^{1,3}, Литвиненко Т.М.^{1,3},
Калинкин Д.Е.^{1,2}, Варлаков М.А.^{1,2}

The risk of acute myocardial infarction development in long-term radiation exposure

Karpov A.B., Takhauov R.M., Semyonova Yu.V., Litvinenko T.M.,
Kalinkin D.Ye., Varlakov M.A.

¹ ФГУП «Северский биофизический научный центр» ФМБА России, г. Северск

² Проблемная лаборатория «Радиобиология и радиационная медицина» СО РАМН, г. Северск

³ ФГУЗ «Клиническая больница № 81» ФМБА России, г. Северск

© Карпов А.Б., Тахауов Р.М., Семёнова Ю.В. и др.

Изучение риска развития острого инфаркта миокарда (ОИМ) у лиц, подвергавшихся длительному воздействию ионизирующего излучения, с учетом нерадиационных факторов проводилось среди сотрудников предприятия атомной промышленности (80,2% которых составили мужчины) в период с 1998 по 2006 г. в рамках проспективного когортного исследования.

Выявлено, что риск развития ОИМ у мужского персонала основной группы возрастает при наличии сочетанного облучения или при сочетанном радиационно-химическом воздействии с учетом влияния нерадиационных факторов.

Полученные данные могут свидетельствовать о возможной суммации негативного влияния «традиционных» факторов риска развития ОИМ и радиационного фактора на эндотелий у лиц данной группы.

Ключевые слова: регистр инфаркта миокарда, факторы риска, «малые» дозы ионизирующего излучения, когортное исследование.

Study of risk acute myocardial infarction (AMI) development in persons (80,2% males) exposed to long-term low doses ionizing radiation and chemical factors.

Prospective cohort study of AMI morbidity in period 1998—2006 among the personal, exposed to long-term professional radiation and chemical factors.

Risk AMI development increase in group of male personnel exposed combined radiation and chemical factors. The obtained results indicate that possible summation of «traditional» AMI development risk factors and radiation factor negative influence on endothelial tissue.

Key words: register of myocardial infarction, risk factors, «low» doses of ionizing radiation, male persone, cohort study.

УДК 616.127-005.8-036.11—001.28-055.1-02:614.876

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ), и в первую очередь ишемическая болезнь сердца (ИБС), остаются основной причиной смерти населения России и большинства развитых стран Европы [24]. В связи с этим особую актуальность приобретают исследования, направленные на изучение факторов риска (ФР), влияющих на заболеваемость, инвалидность и смертность от этой группы болезней. Помимо широко из-

вестных ФР (гиперлипидемия, артериальная гипертензия (АГ), курение, гиподинамия, ожирение), влияние которых доказано, внимание все большего числа исследователей привлечено к изучению техногенных факторов, способных существенно влиять на структуру и показатели заболеваемости населения [5, 18, 24].

Одним из таких факторов является ионизирующее излучение (ИИ), в контакт с которым, учитывая бурное развитие атомной энергетики, вовлекается все большее количество людей. Изучение последствий

атомной бомбардировки г. Хиросима и г. Нагасаки, аварии на ПО «Маяк» и радиоактивного загрязнения прибрежных территорий р. Течи, ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне позволило сформировать основные представления о детерминистских эффектах радиационного воздействия и сформулировать главные постулаты радиационной медицины в отношении средних и высоких уровней облучения [5]. Вместе с тем работы в направлении оценки воздействия «малых» доз ИИ пока не позволили однозначно установить дозовые границы воздействия, индуцирующего развитие эффекта, а также спектр регистрируемых патологических процессов или заболеваний [8, 9, 19, 23].

Вполне объяснимо внимание исследователей к изучению эффектов ИИ с позиции онкологии, поскольку именно эти заболевания представляют непосредственную угрозу жизни, что подтверждает их ранговое место в структуре смертности. Однако это далеко не все проявления радиационного воздействия низкой интенсивности, что подтверждает анализ мировой литературы по данному вопросу [14, 20, 22]. Принимая эту гипотезу, в первую очередь имеет смысл изучать вклад ИИ в развитие ССЗ, поскольку, как уже отмечалось выше, именно они устойчиво лидируют среди причин смерти населения промышленно развитых стран [12]. Проблему воздействия ИИ на сердечно-сосудистую систему следует рассматривать не только с точки зрения его самостоятельной роли в формировании сосудистой патологии [5]. Важным патогенетическим механизмом является потенцирование ИИ патологического воздействия «традиционных» ФР развития заболевания [3].

Цель исследования — оценка риска заболевания острым инфарктом миокарда (ОИМ) при длительном радиационном воздействии низкой интенсивности. Данная нозология достаточно удобна, поскольку существуют четко определенные международные критерии диагностики, позволяющие фиксировать факт заболевания (в отличие, например, от ИБС). Известно, что в основе острых коронарных синдромов лежит нестабильность атеросклеротической бляшки, которую связывают с интенсификацией свободнорадикального окисления, активацией неспецифического воспаления интимы, нарушением целостности покрышки с последующим тромбообразованием [3]. По современным представлениям, ключевая роль в инициации повреждения эндотелия сегодня отводится

оксидативному стрессу [1, 4]. ИИ активирует свободно-радикальное окисление, нарушает функционирование липофильных клеточных мембран, что снижает активность NO-синтазы, ломает баро- и хеморецепторные механизмы ауторегуляции артериального давления через воспалительные или деструктивно-склеротические изменения эндотелиальной выстилки сосудов [2].

Проведенные ранее исследования с использованием метода логистической регрессии позволили установить, что для персонала основного производства Сибирского химического комбината (СХК) (г. Северск), подвергавшегося внешнему облучению, наиболее значимы в развитии заболевания индивидуальные условия формирования дозовой нагрузки. Абсолютные значения стандартизованных коэффициентов регрессии, присущие величинам, характеризующим техногенное воздействие (скорость накопления дозы облучения, возраст начала облучения), превышают соответствующие значения для «традиционных» ФР, вошедших в уравнение регрессии (гиподинамия, АГ, гиперхолестеринемия, отягощенная наследственность), в 2—3 раза. Наличие совокупности этих факторов позволяет предсказать развитие заболевания в 94,3% случаев [17]. В то же время осталась невыясненной роль внутреннего облучения (за счет инкорпорированного плутония ^{239}Pu) и других (в частности, химических) факторов, а также зависимость развития заболевания от уровня радиационного воздействия (дозы внешнего γ -излучения).

Цель настоящего исследования — изучение риска развития ОИМ у лиц, подвергавшихся длительному воздействию ИИ и химических факторов производственной природы.

Материал и методы

Заболеваемость ОИМ и ее динамика среди представителей взрослого (старше 20 лет) населения г. Северска изучалась в период с 1998 по 2006 г. по программе Всемирной организации здравоохранения «Регистр ОИМ» [25], дополненной нами результатами современных прижизненных методов обследования больных ИБС и проспективным наблюдением за ними. Согласно методике, рекомендованной ВОЗ, собиралась информация о фактических и подозрительных на ОИМ случаях из лечебных учреждений города

(станция скорой медицинской помощи, поликлиники и стационары города). На каждого больного с подозрением на ОИМ заполняли специальную карту первичной регистрации, куда вносили всю доступную о больном информацию (опрос, осмотр, данные амбулаторных карт, результаты дополнительных методов исследований и т.д.). При летальных случаях проводили опрос родственников умершего, свидетелей смерти, изучали медицинскую документацию, проводили анализ протоколов патолого-анатомических исследований, актов судебно-медицинских вскрытий. Все зарегистрированные случаи, за исключением летальных, контролировались через 28 сут, 6 и 12 мес от начала заболевания [7].

Объектом исследования являлся персонал СХК — крупнейшего в мире комплекса производств атомной индустрии. Сравнение показателей заболеваемости производилось в различных когортах работников СХК, нанятых на производство в период с 01.01.1949 г. по 31.12.1997 г. Основой для проведения эпидемиологических исследований являлся регистр ОИМ, являющийся структурной составляющей регионального медико-дозиметрического регистра (РМДР) персонала СХК [6]. В РМДР работники разделены на когорты реакторного (РП), радиохимического (РХП) и плутониевого производства (ПП). К когорте РП относятся лица, работавшие только на реакторном заводе и подвергавшиеся воздействию только внешнего облучения, к когорте РХП — лица, когда-либо работавшие на РХП и подвергавшиеся воздействию сочетанного облучения (внешнего и внутреннего от инкорпорированного ^{239}Pu), к когорте ПП — лица, когда-либо работавшие на ПП и подвергавшиеся воздействию преимущественно внутреннего облучения. К когортам сублиматного и разделительного производства (соответственно СП и РдП) относятся лица, работавшие

только на сублиматном заводе или заводе разделения изотопов, но при этом никогда не работавшие на РП, РХП и ПП. При таком принципе формирования когорт сводится к минимуму вероятность получения ошибочного результата за счет наличия в различных когортах «двойников» (одного и того же лица, работавшего на нескольких предприятиях в процессе производственной деятельности) [10]. Характеристика исследуемых когорт персонала СХК представлена в табл. 1.

Данная работа основана на результатах анализа заболеваемости ОИМ среди персонала СХК в период с 1998 по 2006 г. В указанный период диагноз ОИМ был верифицирован у 480 сотрудников основных производств: 95 женщин и 385 мужчин.

В процессе профессиональной деятельности персонал различных производств СХК подвергался различным видам радиационного воздействия и действию химических факторов. На РП это внешнее облучение, на РХП и ПП — сочетанное (внешнее γ -излучение и внутреннее α -облучение за счет инкорпорированного ^{239}Pu). На сублиматном и разделительном производствах персонал подвергался воздействию химических факторов, главным образом соединений фтора, наряду с воздействием внешнего и внутреннего облучения.

В ходе исследования производилась оценка роли различных видов техногенного воздействия (по степени их преимущественного влияния) на риск развития ОИМ. Стандартизованный относительный риск (СОР) у персонала РХП и ПП по сравнению с персоналом РП отображает зависимость изучаемой заболеваемости от вклада внутреннего облучения, а у персонала СП и РдП, по сравнению с персоналом РП — зависимость от вклада химических факторов производственной природы.

Таблица 1

Характеристика исследуемых когорт персонала СХК (по данным регионального медико-дозиметрического регистра)

Показатель	РП	РХП	ПП	СП + РдП
Число работников	7 864	5 680	8 941	10 018
из них: мужчины	6 566	4 658	6 896	7 670
женщины	1 298	1 022	2 045	2 348
Средняя доза внешнего облучения, мЗв	166,00 ± 81,9	64,83 ± 26,4	89,60 ± 24,1	95,73 ± 32,4
мужчины	180,66 ± 84,3	68,98 ± 39,2	95,30 ± 28,5	105,4 ± 10,3
женщины	59,28 ± 36,5	41,58 ± 16,3	57,00 ± 20,4	49,53 ± 11,4
Число случаев заболевания первичным острым инфарктом миокарда	124	88	137	131 (56 + 75)
из них: с дозами внешнего облучения	99	82	57	32 (27 + 5)
контролируемые по внутреннему облучению	—	37	68	18 (15 + 3)

Медиана дозы внешнего облучения, мЗв	118,2 (40,1—361)	40,09 (14,3—102,6)	29,53 (13,5—142,7)	16,6 (5,2—232,2)
Медиана содержания плутония, Бк	—	25,9 (11,1—111)	555 (37—1 850)	444 (37—1 850)
Средняя продолжительность стажа работы в контакте с производственными вредностями, лет	36 ± 8	35 ± 8	36 ± 6	38 ± 8

Следует отметить ряд важных моментов. Если для ИИ имеются данные индивидуального дозиметрического контроля персонала (контроль внешнего облучения, биофизическое обследование на содержание плутония в экскретах), то для химических веществ, содержащихся в воздухе рабочей зоны, не имеется надежных количественных методов оценки их поступления в организм работающих, не разработаны пригодные для эпидемиологических исследований маркеры воздействия химических веществ на организм работника. В этой связи при оценке роли химических факторов у персонала СП и РдП СХК использовался качественный показатель наличия воздействия и его временная экспозиция. При этом сравниваемые группы (персонал РП — персонал СП + РдП) статистически значимо не отличались по СДВО и длительности стажа в контакте с основными производственными вредностями (ИИ и химические факторы).

Наряду с факторами производственной природы учитывались и «традиционные» факторы риска ССЗ: курение табака, употребление алкоголя, ожирение, психоэмоциональное перенапряжение, отягощенная наследственность, сахарный диабет, АГ.

Наличие АГ оценивали по критериям экспертов научного общества по изучению АГ, Всемирного научного общества кардиологов и Межведомственного совета по ССЗ. Длительность АГ выяснялась из данных анамнеза и уточнялась по данным медицинской документации. Для характеристики массы тела использовали индекс массы тела (ИМТ). За избыточную массу тела принимали значения индекса для мужчин более 29 кг/м², для женщин боолее 30 кг/м². Физическую активность определяли соответственно самооценкам больных. Гиперхолестеринемии диагностировали при уровне общего холестерина выше 5,0 ммоль/л. Статус курения, наличие отягощенной наследственности и сахарного диабета выясняли по данным анамнеза и по медицинской документации. Уровень психологического напряжения (субъективные переживания по поводу главных жизненных событий, межличностных отношений) оценивался с использованием шкалы психологического стресса Ридера. Повышение психоэмоционального напряжения регистриро-

вали при среднем балле по опроснику менее 3 для мужчин и менее 2,8 для женщин.

Основные эпидемиологические показатели рассчитывали на основании ежегодно обновляющихся данных о численности работников СХК (с учетом пола и возраста) по сведениям отдела экономического развития администрации закрытого административно-территориального образования Северск (на территории которого располагается СХК), отдела кадров СХК, по данным РМДР с помощью общепринятых в медицинской статистике методов [11].

Для исследования зависимости возникновения у респондентов ОИМ (дихотомическая переменная) от наличия сочетанного облучения (внешнего и внутреннего от инкорпорированного ²³⁹Pu) и воздействия химических веществ (соединения фтора) была использована бинарная логистическая регрессия с методом обратной регрессии на основе статистики Вальда. Критический уровень значимости *p* для статистических критериев принимался равным 5%.

Стандартизацию проводили косвенным методом согласно описанию А.М. Меркова и Л.Е. Полякова, а расчет доверительных интервалов СОР по методу N. Breslow, E. Day [11, 21]. В соответствии с частотным распределением ОИМ среди работников СХК проведен расчет показателей СОР развития ОИМ в изучаемых когортах персонала [21]. Различия считались статистически значимыми, если нижняя граница доверительного интервала коэффициента СОР была больше 1 [13].

В соответствии с целью каждого фрагмента исследования (оценка влияния внутреннего облучения на риск развития ОИМ, воздействия химических факторов, определение риска развития ОИМ в зависимости от дозы внешнего облучения и т.д.) выбирался соответствующий внутренний контроль. Количество человеколет, внесенных каждым индивидуумом, определялось как количество лет между датой включения индивидуума в когорту соответствующего производства и датой окончания наблюдения (для лиц, потерянных из-под наблюдения, — дата последнего известия, для умерших — дата смерти, для живых — дата окончания наблюдения, т.е. 31.12.2006 г.; для

лиц, перенесших ОИМ, датой окончания наблюдения являлась дата установления диагноза «острый инфаркт миокарда». В случае если до найма на один из пяти перечисленных выше основных заводов работник подвергался действию γ -излучения, работая в других подразделениях СХК, период наблюдения исчисляли с года первой зарегистрированной дозы внешнего облучения, т.е. с момента начала периода «нахождения под риском» [10].

Результаты и обсуждение

Проведенные ранее исследования позволили оценить распространенность «традиционных» ФР ССЗ среди персонала основного и вспомогательного персонала СХК. Было выявлено статистически значимое превалирование частоты гиподинамии в группе больных ОИМ, относящихся к персоналу вспомогательного производства СХК. Среди работников основного производства, перенесших ОИМ, достоверно реже наблюдалась недостаточная физическая активность, но прослеживалась тенденция к росту частоты психоэмоционального перенапряжения, АГ и курения [13].

При исследовании распространенности ФР ССЗ среди репрезентативной выборки здоровых (без ОИМ) работников СХК в группе мужского персонала основного производства в сравнении с персоналом вспомогательного производства были выявлены бóльшая частота сменного характера труда, повышение уровня психоэмоционального напряжения, бóльшая распространенность гипо-альфа-холестеринемии и умеренное повышение уровня С-реактивного белка. У женщин основного производства в сравнении с работницами вспомогательного производства чаще регистрировалась лишь гиперхолестеринемия.

При проведении дополнительных расчетов с учетом вида основного производства были подтверждены ранее установленные зависимости. Статистически значимых различий в распространенности «традиционных» ФР ССЗ как среди больных ОИМ, так и среди здоровых работников различных предприятий основного производства СХК получено не было.

В опубликованных ранее работах при оценке влияния профессионального облучения учитывалась только накопленная доза внешнего γ -излучения [16, 17]. Однако на ряде производств (РХП, ПП, СП, РдП) персонал подвергается и внутреннему облучению от инкорпорированного ^{239}Pu , поэтому при изучении эф-

фектов радиационного воздействия необходимо учитывать и риск за счет внутреннего облучения, даже несмотря на существующие трудности и неопределенности при расчетах доз внутреннего облучения.

Анализ влияния облучения от инкорпорированного ^{239}Pu на риск развития ОИМ проводился на основе сведений о работниках РХП и ПП, обследованных на содержание ^{239}Pu в организме. При расчете коэффициентов СОР в качестве стандарта использовалась когорта персонала РП, который не подвергался внутреннему облучению, и, соответственно, содержание ^{239}Pu в организме работников данного производства приравнивается к нулю [5, 10].

Регрессионные коэффициенты показали, что вероятность развития ОИМ у персонала основного производства СХК повышается при увеличении содержания ^{239}Pu в организме, что происходит при увеличении стажа работы в контакте с соединениями плутония либо при начале контакта в молодом возрасте (β -коэффициент 0,4; $p < 0,05$), а также при наличии воздействия соединений фтора (β -коэффициент 0,1; $p < 0,05$).

Значения СОР, приведенные в табл. 2, указывают на статистически значимое увеличение риска заболевания ОИМ (примерно на 20—50%) для мужского персонала, имеющего сочетанное облучение (РХП + ПП), при сравнении с показателями персонала РП, которые приняты в данном случае в качестве стандарта.

Таблица 2

Стандартизованный относительный риск заболевания ОИМ среди персонала основного производства СХК с различными производственными вредностями (стандарт — персонал РП)

Производство	Пол	Фактическое количество случаев	Количество человеколет наблюдения	СОР
РП	М	100	107 969	1
	Ж	24	32 810	1
СП + РдП	М	98	222 010	1,89 (1,52—2,33)
	Ж	33	106 781	0,8 (0,71—2,01)
РХП + ПП	М	187	171 735	1,28 (1,18—1,46)
	Ж	38	63 363	0,88 (0,63—1,96)

При оценке риска развития ОИМ в объединенной группе персонала СП и РдП было установлено, что у мужчин имеется его достоверное превышение (приблизительно на 50—130%) по сравнению с таковым

персонала РП, при этом СОР заболевания у женщин достоверно не отличается от стандарта.

При анализе стандартизованных показателей заболеваемости ОИМ в зависимости от возраста установлено, что у мужчин, подверженных сочетанному облучению, увеличение наблюдается для возрастной группы 50—59 лет с достоверностью 99% по сравнению с таковым у персонала РП, подвергавшегося только внешнему облучению (табл. 3).

У женщин увеличение заболеваемости наблюдается в возрасте 50—59 лет с достоверностью 95% с последующим снижением для возрастной группы старше 60 лет с достоверностью 90%. Отсутствие превышения СОР развития ОИМ у женщин, подвергавшихся сочетанному облучению, в сравнении с женщинами, подвергавшимися только внешнему облучению, может быть связано и с малой численностью женского персонала этих подразделений (и, соответственно, с недостаточной статистической мощностью) [5].

Таблица 3

Возрастные коэффициенты заболеваемости ОИМ персонала основного производства СХК (стандарт — персонал РП) (на 10⁵ человеколет)

Возраст, лет	Мужчины		Женщины	
	РХП + ПП	РП	РХП + ПП	РП
20—29	0	0	0	0
30—39	2,58	4,46	0	0
40—49	31,85	25,30	0	0
50—59	156,66	89,77	31,45	0
60 и старше	453,28	375,56	305,34	435,66

Примечание. Здесь и в табл. 4 жирным шрифтом выделены показатели, отличающиеся от показателей «стандарта» с вероятностью 95%.

Для мужчин — работников СП и РдП в сравнении с когортой персонала РП значимым на 95%-м уровне достоверности оказывается превышение заболеваемости ОИМ в возрастной группе 50—59 лет, с достоверностью 99% — в возрастной группе старше 60 лет (табл. 4). Для женщин статистически значимых отличий не выявлено.

Таблица 4

Возрастные коэффициенты заболеваемости ОИМ персонала основного производства СХК с различными производственными вредностями (стандарт — персонал РП) (на 10⁵ человеколет)

Возраст, лет	Мужчины		Женщины	
	СП + РдП	РП	СП + РдП	РП
20—29	0	0	0	0
30—39	0	4,46	0	0
40—49	29,76	25,30	0	0
50—59	150,05	89,77	12,44	0
60 и старше	877,19	375,56	323,62	435,66

20—29	0	0	0	0
30—39	0	4,46	0	0
40—49	29,76	25,30	0	0
50—59	150,05	89,77	12,44	0
60 и старше	877,19	375,56	323,62	435,66

Таким образом, было установлено повышение риска развития ОИМ у мужского персонала СХК при сочетании внешнего облучения с вредными химическими веществами и (или) внутренним облучением в сравнении с когортой лиц, контактировавших только с источниками внешнего γ -излучения при сопоставимом распределении «традиционных» ФР развития ОИМ.

Таким образом, наблюдается повышение заболеваемости ОИМ у мужского персонала при сочетании внешнего облучения с вредными химическими веществами в сравнении с когортой лиц, контактировавших только с источниками внешнего облучения. Также отмечено увеличение СОР развития ОИМ при наличии сочетанного облучения (внешнее γ -излучение и α -излучение ²³⁹Pu) у мужского персонала в сравнении с персоналом, подвергавшимся только внешнему γ -излучению при равномерном распределении «традиционных» ФР развития ОИМ. В эпидемиологическом исследовании, проведенном в когорте основного производства СХК, установлено отсутствие линейного дозозависимого увеличения риска развития ОИМ при пролонгированном профессиональном внешнем облучении, связанное с характеристиками исследованной когорты с учетом действия «традиционных» ФР. В настоящее время продолжается набор материала с целью расширения периода когортного исследования и получения уточненных оценок СОР развития ОИМ для лиц, подвергавшихся долговременному радиационному воздействию низкой интенсивности.

Выводы

1. У мужского персонала основной группы по результатам проспективного когортного исследования отмечено увеличение СОР развития ОИМ при наличии сочетанного облучения (внешнее γ -излучение и α -излучение ²³⁹Pu) в сравнении с персоналом, подвергавшимся только внешнему γ -излучению с учетом нерадиационных факторов.

2. У мужского персонала основной группы по результатам проспективного когортного исследования отмечено увеличение СОР развития ОИМ при сочета-

нии внешнего облучения с вредными химическими веществами (соединениями фтора) в сравнении с когортой лиц, контактировавших только с источниками внешнего облучения, при равномерном распределении «традиционных» ФР развития ОИМ.

Литература

1. Беленков Ю.Н., Мареева В.Ю., Агеев Ф.Т. Ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента в лечении сердечно-сосудистых заболеваний (квинаприл и эндотелиальная дисфункция). М.: ООО «Инсайт полиграфик», 2000. 86 с.
2. Бычковская И.Б., Степанов Р.П., Кирик О.В. Некоторые новые аспекты проблемы радиочувствительности малообновляющихся тканей // Мед. радиол. и радиац. безопасность. 2003. Т. 48, № 6. С. 5—15.
3. Воробьев Е.И., Степанов Р.П. Ионизирующее излучение и кровеносные сосуды. М.: Энергоатомиздат, 1985. 296 с.
4. Дудко В.А., Карнов Р.С. Атеросклероз сосудов сердца и головного мозга. Томск: STT, 2003. 416 с.
5. Ильин Л.А. Радиационная медицина. М.: ИздАТ, 2001.
6. Ильин Л.А., Киселёв М.Ф., Тахауов Р.М. и др. Отраслевой медико-дозиметрический регистр работников атомной промышленности России. Состояние и перспективы // Мед. радиол. и радиац. безопасность. 2003. Т. 48, № 5. С. 16—22.
7. Карнов А.Б., Литвиненко Т.М., Семёнова Ю.В., Зяблов Ю.И. Заболеваемость острым инфарктом миокарда среди персонала радиационно опасных производств и населения, проживающего в зоне их расположения // Сиб. мед. журнал, 2003. № 5. С. 36—40.
8. Кеуриш-Маркус И.Б. Регламентация облучения для XXI века // Мед. радиол. и радиац. безопасность. 2000. Т. 45, № 1. С. 6—12.
9. Корогодин В.И. Проблемы пострадиационного восстановления. М.: Атомиздат, 1966. 156 с.
10. Кошурикова Н.А., Шильникова Н.С., Окатенко П.В. и др. Характеристика когорты работников атомного предприятия ПО «Маяк» // Мед. радиология и радиац. безопасность. 1998. Т. 43, № 6. С. 43—57.
11. Мерков А.М., Поляков Л.Е. Санитарная статистика. М.: Медицина, 1974. 383 с.
12. Оганов Р.Г. Профилактика сердечно-сосудистых заболеваний: возможности практического здравоохранения // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2002. № 1. С. 5—9.
13. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. М.: Медиа Сфера, 2002. 312 с.
14. Рекомендации Международной комиссии по радиационной защите 1990 г. Публикация № 60, ч. 1 и 2. Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1994. 398 с.
15. Семёнова Ю.В., Карнов А.Б., Литвиненко Т.М. и др. Основные факторы риска развития острого инфаркта миокарда у работников радиационно опасных производств // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2005. № 3. Ч. II. С. 44—49.
16. Семёнова Ю.В., Карнов А.Б., Тахауов Р.М. и др. Роль «малых» доз ионизирующего излучения в развитии неонкологических эффектов: гипотеза или реальность? // Бюл. сиб. медицины. 2005. № 2. С. 63—70.
17. Семёнова Ю.В., Карнов А.Б., Тахауов Р.М. и др. Клинико-эпидемиологический анализ вероятности развития острого инфаркта миокарда у персонала радиационно-опасных производств // Радиационная биология. Радиоэкология. 2006. № 2. С. 24—30.
18. Эпидемиология и факторы риска ишемической болезни сердца / под ред. акад. А.Н. Климова. Л., 1989. 173 с.
19. Эйдус Л.Х. О механизме инициации эффектов малых доз // Мед. радиол. и радиац. безопасность. 1996. Т. 41, № 1. С. 5—11.
20. Эйдус Л.Х. Эффекты малых доз // Мед. радиол. и радиац. безопасность. 1999. Т. 44, № 5. С. 12—15.
21. Breslow N.E., Day N.E. Statistical Methods In Cancer Research. New York, Oxford, Oxford University Press, 198. 406 p.
22. Fajardo L.F., Berthrong M., Anderson R.E. Radiation pathology // Oxford University press. 2001. P. 165—180.
23. ICRP. Principles for Limiting Exposure of the Public to Natural Sources of Radiation. Statement from the 1983 Washington Meeting of the ICRP, ICRP Publication № 39, Annals of the ICRP // ICRP (International Commission on Radiological Protection). 1984. V. 14, № 1. P. 1—7.
24. Nordet P., Fernande Z., Britto J.E. Background Epidemiological information In WHO. IcFc study of pathobiological Deferminants of atherosclerosis in youth, 1997. P. 35—42.
25. World Health Organization. Myocardial Infarction Community Registers. Copenhagen, 1976.

Поступила в редакцию 15.12.2011 г.

Утверждена к печати 20.01.2012 г.

Сведения об авторах

А.Б. Карнов — д-р мед. наук, профессор, зам. директора Северского биофизического научного центра ФМБА России (г. Северск).

Р.М. Тахауов — д-р мед. наук, профессор, директор Северского биофизического научного центра ФМБА России, директор проблемной лаборатории «Радиобиология и радиационная медицина» СО РАМН (г. Северск).

Ю.В. Семёнова, проблемная лаборатория «Радиобиология и радиационная медицина» СО РАМН, ФГУЗ «Клиническая больница № 81» ФМБА России (г. Северск).

Т.М. Литвиненко, проблемная лаборатория «Радиобиология и радиационная медицина» СО РАМН, ФГУЗ «Клиническая больница № 81» ФМБА России (г. Северск).

Д.Е. Калинин — канд. мед. наук, доцент кафедры организации здравоохранения и общественного здоровья СибГМУ (г. Томск), науч. сотрудник отдела эпидемиологии радиационных эффектов проблемной лаборатории «Радиобиология и радиационная медицина» СО РАМН (г. Северск).

М.А. Варлаков, Северский биофизический научный центр ФМБА России, проблемная лаборатория «Радиобиология и радиационная медицина» СО РАМН (г. Северск)

Для корреспонденции

Карпов Андрей Борисович, тел./факс: 8 (382-3) 99-40-01, 99-40-02; e-mail: mail@sbrc.ru