

Опыт изучения здоровья при воздействии радона

В.М. Шубик, Е.В. Иванов, В.Н. Кашин, В.А. Колобянин

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

Обобщены и проанализированы результаты исследований, проведенных коллективом авторов, по действию высоких концентраций радона на шахтеров рудника по добыче вольфрамовых руд и населения поселка Акчатау Джезказганской области Казахстана, расположенного вокруг этого рудника. Выявлена повышенная заболеваемость раком легких, болезнями респираторного тракта. Клиническое обследование обнаружило у населения поселка патологические изменения, которые можно связать с радиационным воздействием: катаракты, нарушения течения беременности. Иммунологические исследования выявили некоторые причины найденных патологических изменений: угнетение местного иммунитета респираторного тракта, аутоиммунные процессы к легочным антигенам при патологии органов дыхания.

Ключевые слова: радон, рак легкого, местный иммунитет, аутоантитела.

Введение

Несмотря на большой интерес врачей, ученых и широких кругов населения к проблеме влияния радона на здоровья, данные литературы по этому вопросу противоречивы, что показывает анализ основных литературных материалов.

Наибольший вклад в годовую эффективную дозу населения России и других стран вносит облучение от природных источников ионизирующей радиации. Даже в областях, наиболее пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции, – Брянской, Тульской, Орловской, Калужской – облучение от природных источников ионизирующего излучения составляет свыше 76,4% общей дозы радиационного воздействия на людей [1]. Имеются сведения, что в России проживает не менее 1 млн человек с дозами облучения за счет природных источников свыше 10 мЗв/год [2].

Дозовые нагрузки от природного облучения формируются в значительной мере за счет радона, торона и дочерних продуктов их распада [3].

Имеющиеся в литературе данные о влиянии радона на здоровье относятся в значительной мере к проблеме возможности появления рака легких при высоком содержании радона в воздухе рабочих и жилых помещений, в особенности у шахтеров урановых и неурановых рудников, где добывается железная руда, уголь, сланец, вольфрам, молибден и пр. Но при этом приходится считаться с действием не только радона, но и факторов нерадиационной природы – курения, алкоголя, а у шахтеров также выбросов дизельных двигателей, асбеста и др. [4, 5, 6] Хотя приводятся сведения, что заболеваемость раком легких на урановых рудниках выше, чем у работников угольных шахт [7], но при этом, по данным [8], поступление дочерних продуктов распада (ДПР) радона в организм шахтеров неурановых шахт может достигать уровня, предельно допустимого для урановых шахт. При этом число людей, занятых на подземных работах по добыче полезных ископаемых, сопоставимо с численностью персонала, работающего с источниками ионизирующего излучения. Авторы полагают, что часть шахтеров работают в условиях воздействия радона и дочерних

продуктов распада при дозах, приближающихся к профессиональным.

В ряде публикаций рассматривается заболеваемость шахтеров раком легкого. Эпидемиологические данные, полученные в наблюдениях в течение 20 лет над 19 тыс. шахтеров урановых шахт США, Канады, Чехословакии, 4 тыс. из которых за это время умерли, в том числе 400 от рака легкого, показали наличие прямой корреляции появления этого заболевания от полученной дозы облучения [9]. Зависимость частоты рака легкого у шахтеров урановых рудников от уровня воздействия радона отмечали и другие авторы [10, 11]. Заболеваемость была связана также с длительностью контакта с радоном, возрастом (относительный риск смерти наиболее значителен при стаже 5–14 лет, он уменьшается с возрастом) и другими сопутствующими факторами [10]. Среди них существенное значение имеет курение. Результаты эпидемиологического исследования заболеваемости раком легкого, проведенного у шахтеров урановых, железнорудных и сланцевых рудников Чехословакии, показали возможность аддитивного действия радона и продуктов его распада и курения [12].

При обследовании более 700 шахтеров, добывающих уран в шахтах Канады, отмечено 3-кратное повышение заболеваемости раком легкого. Но у некурящих или бросивших курить риск заболеть раком снижался в 2 раза. Самая большая заболеваемость была при наличии хронических бронхитов [13].

Имеются указания о связи рака легких с содержанием радона и в воздухе жилых помещений [11, 14]. В Свердловской области, например, по данным М.В. Жуковского и др. [15], облучение радоном обуславливает примерно 19% смертности от рака легкого. Результаты рассмотрения материала 21 эпидемиологического анализа облучения радоном [16] показали линейную зависимость риска развития рака легких при среднегодовой активности радона выше 75 Бк/м³.

Отмечают также возможность увеличения при воздействии радона и его дочерних продуктов заболеваемости иными злокачественными новообразованиями, в частности, лейкозами, в том числе и миелобластным лейкозом [17].

В зонах умеренного климата содержание радона в закрытых помещениях до 8 раз выше, чем в атмосферном воздухе. По данным 65 публикации МКРЗ, в жилых помещениях Европы и Северной Америки средние концентрации радона и продуктов его распада колеблются в пределах 10–50 Бк/м³, в скандинавских странах при расположении зданий на кристаллическом массиве, содержащем уран, достигают 20 тыс. Бк/м³. Такие концентрации отмечались в Швеции. Приводятся данные о превышении в некоторых домах Швеции, Финляндии, Великобритании, США концентрации радона в 5 тыс. раз по сравнению с наружным воздухом [18]. В одном из сел Финляндии, расположенном на урансодержащих гранитах, концентрации радона в домах колебались в пределах 50–13 000 Бк/м³. В Великобритании в более чем 20 тыс. домов, где проживает примерно 50 тыс. человек, концентрации радона превышают 400 Бк/м³ [9]. Дозовые нагрузки здесь могут превышать 20 мЗв/год. Сотни тысяч людей проживают в помещениях с высокими концентрациями радона.

Тысячи случаев смерти в Европе и США от рака легкого ежегодно объясняют воздействием радона [19]. Однако следует отметить, что большинство больных курили. Как и у шахтеров, имеет значение пассивное курение [20].

В странах бывшего СССР, возможно, имеется несколько миллионов жителей, которые, сами того не зная, получают дозы большие, чем в Чернобыльской зоне [18]. По оценкам автора, от «радонового рака», в первую очередь от рака легких, в странах СНГ умирает ежегодно 15 тыс. человек. Во всяком случае, известно, что в некоторых районах Алтайского и Ставропольского краев, Читинской и некоторых других областей России уровни облучения отдельных групп населения за счет радона существенно превосходят дозовые пределы для профессионалов, допустимые уровни облучения населения в зонах радиационных аварий. Автор [21] полагает, что пожизненный радиационный риск от радона выше, чем для аварийного облучения в наиболее загрязненной радионуклидами Брянской области.

Следует, однако, отметить противоречивость данных о влиянии радона на заболеваемость раком легкого [22]. В 1980-х гг. ряд ведущих радиационных гигиенистов считали, что радон стоит на 2 месте среди причин рака легкого после курения, но многие авторы такие представления считали завышенными. Так, по данным R.M. Neupes [23], в Великобритании сравнительно небольшая часть случаев смерти от рака легкого может быть вызвана радоном. Анализ, проведенный J.S. Neuberger [24], показал, что лишь в 6 из 10 публикаций из США, Канады, Швеции, Финляндии, Бельгии, Франции, Китая, Израйля установлено статистически значимое увеличение риска рака легкого, связанное с облучением за счет радона. K. Becker [25] отмечает отсутствие зависимости случаев этого заболевания от уровня радона в жилых помещениях. Появилось значительное количество эпидемиологических данных об отсутствии достоверной связи между повышением содержания радона в воздухе помещений и заболеваемостью раком легкого. В.L. Cohen [26], используя данные национальной статистики 1970–1979 гг. по 1601 округам США, при повышении средней по округу объемной активности радона в жилых помещениях от 20 до 250 Бк/м³ отметил даже примерно 2-кратное снижение

заболеваемости раком легкого среди когорты белых американцев.

В последние годы, однако, получены данные о повышенной заболеваемости не только раком легких, но и других нарушениях здоровья при хроническом воздействии радона в жилых помещениях. Если ранее многие исследователи полагали, что рак легких – единственный эффект действия радона на здоровье людей, то исследования, проведенные в поселке Октябрьский Читинской области, расположенном на поверхности рудного тела ураномолибденового месторождения, выявили целый ряд отклонений со стороны здоровья у его жителей [27]. Обнаружено, что 20% жилищ поселка Октябрьский не удовлетворяют требованиям норм радиационной безопасности, в 10,5% квартир содержание радона превышало 400 Бк/м³, а в 3,5% жители подвергались радиационному воздействию в дозе 15 сЗв/год. Концентрация 200 Бк/м³ рассматривается как пороговая для развития рака этой локализации. Обнаружено также снижение продолжительности жизни и функции воспроизводства жителей поселка. Лишь 34% беременностей протекают без осложнений (анемии, гестоз, случаи фетоплацентарной недостаточности). Повышение числа осложненных беременностей отмечается уже при содержании радона в концентрации 200 кБк/м³, а увеличение случаев фетоплацентарной недостаточности – в диапазоне свыше 1000 кБк/м³, угрозы прерывания беременности – 200–400 Бк/м³. Новорожденные поселка имеют более низкие антропометрические показатели по сравнению с межрегиональным нормативом. Повышена также общая заболеваемость. Но сколько-нибудь убедительное обоснование выявленных отклонений здоровья отсутствует.

Таким образом, данные о влиянии повышенных концентраций радона на здоровье, имеющиеся в литературе, неоднозначны. С одной стороны, имеются сведения, что радон несет ответственность за половину злокачественных новообразований легких, что действие короткоживущих продуктов распада радона опасней, чем авария на ядерном реакторе [28]. С другой стороны, имеются сомнения в канцерогенном действии радона и даже данные о снижении при его воздействии канцерогенного риска [17]. Наконец, появились сведения о многообразном патологическом действии повышенных его концентраций в воздухе жилых помещений. Полагают, что действие этого радиоактивного газа, попадающего в организм ингаляционным путем, не ограничивается его местным воздействием на органы дыхания, но он оказывает общее влияние на организм. В этой связи представляют интерес сведения, приведенные в обзоре Н.А. Аверкиной [7], что радон и торон вызывают атрофию фолликулов селезенки, одного из органов системы иммунитета. Некоторые исследователи указывают на возможность при действии радона на иммунную систему повышения риска заболевания раком легкого [29]. При обследовании шахтеров, добывающих вольфрамсодержащие полиметаллические руды и подвергавшихся сочетанному хроническому воздействию пылевого фактора и ионизирующего излучения, отмечалось снижение содержания в их крови Т-лимфоцитов и иммуноглобулина А при увеличении адгезии нейтрофилов.

Следовательно, приведенные данные показывают противоречивость данных литературы по влиянию радона на заболеваемость раком легких и иную патологию.

Поэтому **целью** нашей работы явилось изучение влияния высоких концентраций радона на здоровье значительного контингента населения при проведении комплексных клинических, эпидемиологических и иммунологических исследований.

Задачи исследований:

1. Эпидемиологический анализ заболеваемости населения, подвергающегося воздействию радона в производственных условиях и жилищах.
2. Углубленное клиническое обследование населения, подвергающегося радиационному воздействию.
3. Иммунологическое обследование лиц, наиболее чувствительных к действию радона: с патологией дыхательной системы и детей.

Материалы и методы

В конце 1980-х – начале 1990-х гг. была предпринята попытка разобраться в имеющихся противоречиях по действию радона на здоровье людей путем проведения многоплановых комплексных исследований различными специалистами. Сотрудниками Ленинградского научно-исследовательского института радиационной гигиены в комплексе с рядом медицинских учреждений Ленинграда, Киева, Алма-Аты были проведены исследования состояния здоровья жителей поселка Акчатау Агадырского района Джезказганской области. В поселке находилось предприятие ПО «Казвольфрам», которое вело добычу и переработку вольфрамовых руд. Число жителей в поселке 6400 человек, из них примерно 3000 мужчин и 3400 женщин.

Поселок Акчатау расположен на гранитном массиве, имеющем много трещин, почва практически отсутствует. Гамма-фон в поселке колебался от 14 до 170 мкР/час. В 44% обследованных жилищ отмечено превышение нормативного значения 200 Бк/м³ по равновесной объемной активности ²²²Rn (ЭРОА). Источник радона в домах – поток газа с поверхности массива гранита в зонах геологического разлома и радиоактивность местных строительных материалов, включая песок «хвостохранилищ». В 15% обследованных домов дозовые нагрузки превышают допустимые для профессионалов. Максимальная концентрация радона в одном из домов – 56990 Бк/м³ [30].

Ингаляционное поступление радона и формирование наиболее значительной эквивалентной дозы в легочной ткани делает целесообразным изучение его влияния на заболевания дыхательной системы. Поэтому при проведении наших исследований в 1990–1991 гг. изучена заболеваемость не только злокачественными новообразованиями, но и острыми респираторными заболеваниями – бронхитами, пневмонией, а также туберкулезом, ангинами и другими инфекциями при повышенном содержании радона в воздухе производственных и жилых помещений. Были проанализированы данные отчетов медицинских учреждений и первичной медицинской документации (амбулаторные карты, истории болезни). Приведены также некоторые сведения из научно-технических отчетов, представленных в Ленинградский институт радиационной гигиены из других медицинских учреждений, проводивших обследование жителей Акчатау, – о комплексной оценке состояния здоровья детей (В.И. Мирошников, Л.В. Эрман, М.В. Эрман и др.), о заболеваниях бронхолегочной системы (В.М. Трофимов, В.И. Немцов, А.А. Федотов и др.), патологии органа зрения

(О.А. Джалишвили, Ю.С. Астахов, Г.Н. Логинов, В.О. Соколов и др.), структуре гинекологических заболеваний у женщин (И.Г. Баласанян). Результаты собственных иммунологических исследований и немногочисленные данные литературы [31] позволили выявить некоторые механизмы выявленной патологии.

Исследования были выполнены на руднике, где, начиная с 1941 г., проводилась добыча вольфрама и молибдена, и в рабочем поселке вокруг рудника. Основным источником облучения рабочих на предприятии и в жилых помещениях являлись дочерние продукты радона (ДГР) и торона (ДПТ). Первые из них давали примерно 60–90% вклада в дозу облучения легких, вторые – 10–40%. Кроме ионизирующего излучения, рабочие подвергались воздействию иных профессиональных факторов – пыли, содержащей молибден и вольфрам, кремнийсодержащей пыли (2 мг/м³), шума, вибрации.

По данным, полученным в Санкт-Петербургском НИИ радиационной гигиены М.В. Терентьевым с сотрудниками и в Джезказганской областной санитарно-эпидемиологической станции, объемная активность ДГР в шахте может быть значительной, а с учетом облучения в жилищах и повышенного гамма-фона на некоторых улицах поселка суммарная эффективная эквивалентная доза (ЭЭД) у наиболее облучаемой группы шахтеров – бурильщиков, машинистов скреперных установок, взрывников и некоторых других могла колебаться в пределах 3–32 сЗв в год. У рабочих иных специальностей – машинистов электровозов и подъемных машин, электрослесарей, ствольных, люковых и других эти дозы составляли 1–10 сЗв/год. У шахтеров, добывающих вольфрам и молибден, проанализирована заболеваемость с временной утратой трудоспособности дыхательной системы (больничные листы) за 2 года (1989–1990 гг.). Анализ проведен у 185 работников рудника, 160 из которых были мужчины; 3/4 в возрасте 20–40 лет и лишь 1/4 – 41–60 лет. Со стажем работы до 5 лет было 15 человек, 6–10 лет – 38 человек, свыше 20 лет – 42 человека, остальные, наиболее значительная часть, имели стаж 11–20 лет. Они проживали в квартирах, в воздухе которых объемная активность радона в части случаев превышала 1000 Бк/м³ (до 14600 Бк/м³), а ЭЭД могла достигать десятков сЗв. Но у большинства ЭРОА радона колебалась в пределах 201–1000 Бк/м³, ЭЭД достигала здесь 1,2–6 сЗв/год и могла в некоторых случаях превышать предельно допустимую дозу для профессионалов.

Контрольную группу составили 76 человек такого же, как работники основной группы, пола и возраста, которые в производственных условиях не подвергались действию радона. Они работали в управлении предприятия и вспомогательных подразделениях – жилищно-коммунальном отделе, ремонтно-механическом цехе и т.п. и проживали в квартирах с содержанием радона в воздухе менее 200 Бк/м³.

Изучена не только заболеваемость органов дыхания и особенности ее течения, на что имеются указания в литературе [32], но и некоторые причины широкого распространения хронических форм таких болезней. С этой целью определялось содержание в крови больных пневмонией и хроническим бронхитом комплементсвязывающих антител к антигенам легочной (для контроля) почечной ткани. Ингаляционное поступление радона делает целесообразным определение хотя бы некоторых показателей

местного иммунитета. Была проведена оценка содержания в слюне секреторного иммуноглобулина А (sIgA) и активности в ней лизоцима. Обследована группа детей в возрасте 10–12 лет, поскольку дети более чувствительны к радиации. Проанализированы также данные Агадырской районной санитарно-эпидемиологической станции по инфекционной заболеваемости в поселке Акчатау за 5 лет, с 1986 по 1990 гг.

Результаты и их обсуждение

Мы располагали данными о смертности в пос. Акчатау от злокачественных новообразований легких за 5 лет, 1985–1989 гг. Анализ показал четырехкратное ее повышение у жителей поселка с 11,7 на 100 тыс. населения в 1985 г. до 47,1 в 1986 г. В 1987 г. она возросла еще более – до 94,2/100 тыс. – и в дальнейшем, в 1988–1989 гг. держалась на уровне 62,8 – 78,5. Следовательно, по сравнению с 1985 г. в последующие 4 года смертность от рака легких была более высокой.

Общая смертность от злокачественных новообразований держалась в Акчатау на уровне 172,7–266,9 и была выше, чем в Агадырском районе и в Джезказганской области в целом, где, например, в 1988 г. она составляла 105,8 и 121,6/100 тыс. соответственно, тогда как в Акчатау – 204,1.

Следовательно, смертность от всех злокачественных новообразований была выше в поселке Акчатау, где с течением времени увеличивалась смертность и от рака легких.

Как известно, у шахтеров, имеющих контакт с радоном, особенно у шахтеров урановых шахт, отмечается и иная патология органов дыхания. Так, если 17,77% работающих на шахте «Бухово» в Болгарии умерли от рака легкого, то силикоз, который связывали с радиационным и пылевым фактором, был выявлен у 356 работающих из 523 [32].

Проведенный нами анализ выявил значительный рост у шахтеров за период обследования заболеваемости пневмонией, с 829,5 до 2463,4 на 100 тыс. населения. Такой динамики не было в отношении других заболеваний органов дыхания и, в частности, туберкулеза.

При анализе иной заболеваемости у работников рудника было найдено повышение общего числа болезней дыхательной системы, в частности, ОРЗ, составлявших 70–79% этой патологии. При этом была установлена корреляция между уровнем заболеваемости и увеличением возраста и стажа работы – $r=0,22-0,25$, $p<0,01$, а также корреляция между их частотой и содержанием радона в воздухе жилых помещений, $r=0,3-0,4$, при $p<0,01$.

Существенные различия между заболеваемостью мужчин и женщин отсутствовали. Поэтому в таблице 1, где представлены данные о заболеваемости с временной утратой трудоспособности при болезнях органов дыхания в группе шахтеров в целом и у работников вспомогательных подразделений предприятия, результаты, полученные у мужчин и женщин, объединены.

В таблице приведены сведения о среднем числе заболеваний у шахтеров ($M \pm m$ – среднее арифметическое \pm средняя ошибка) и о среднем числе дней потери трудоспособности, то есть о длительности болезни. Из этих данных видно, что частота почти всех изученных заболеваний у болевших и их длительность имеют некоторую тенденцию к повышению у шахтеров по сравнению с контрольной группой; но имеющиеся различия статистически

недостойны. Значительные колебания частоты и продолжительности болезни у отдельных лиц делают даже довольно выраженные различия, например, при туберкулезе, статистически несущественными.

Таблица 1

Заболеваемость органов дыхания у шахтеров и работников вспомогательных подразделений комбината

Заболевания	Шахтеры		Контроль	
	Случаи	Дни	Случаи	Дни
ОРЗ	1,60±0,07	16,50±1,10	1,55±0,08	15,50±1,25
Грипп	1,10±0,06	8,55±0,55	1,00±0,04	7,85±0,06
Пневмония	1,10±0,08	24,20±3,70	1,10±0,08	22,80±3,60
Туберкулез	1,85±0,04	74,20±25,70	1,50±0,30	59,00±28,30

Однако при анализе частоты ОРЗ и общего числа болезней органов дыхания у шахтеров, подвергавшихся более выраженному радиационному воздействию (бурильщиков и др.), имела некоторая тенденция к повышению числа случаев ОРЗ и их длительности по сравнению с группой, где активность радона на рабочем месте была умеренной. Лишь в этой группе отмечено близкое к достоверному повышение числа случаев ОРЗ ($1,8 \pm 0,15$) и существенное ($p<0,05$) повышение продолжительности этого заболевания ($18,3 \pm 1,7$) по сравнению с контролем к этой группе лиц, подобранных методом «случай – контроль» и не связанных с радоном в производственных условиях и проживающих в жилищах с активностью ^{222}Rn менее 200 Бк/м³, где указанные показатели составляли соответственно $1,45 \pm 0,1$ и $12,9 \pm 1,5$.

При анализе влияния на здоровье шахтеров радона необходимо учитывать уровни их облучения не только на производстве, но и в жилищах, которые в некоторых случаях могут быть сопоставимы с профессиональными. В наших наблюдениях у шахтеров, проживающих в квартирах с наиболее высокой объемной активностью радона (более 1000 кБк/м³), было найдено значительное число случаев заболеваний дыхательной системы ($2,2 \pm 0,2$). Таким образом, высокие концентрации радона в воздухе рабочих и жилых помещений способны повышать заболеваемость и смертность не только от злокачественных новообразований, рака легких, но в какой-то мере и от других болезней органов дыхания. При этом следует, однако, учитывать возможность сочетанного действия радиационных и нерадиационных факторов, которые приводят к патологическим изменениям в легких даже в случаях, когда их уровни не превышают допустимых значений [33]. При работе под землей в условиях пилерадиационного воздействия неблагоприятным фактором является и курение, нарушающее механизмы физиологической очистки бронхов.

ОРЗ, бронхиты, пневмонии, туберкулез имеют обычно бактериальную и вирусную природу; известна важная роль иммунологических механизмов в появлении и течении таких заболеваний. В этой связи представлялось важным оценить состояние хотя бы некоторых иммунологических показателей, ответственных за устойчивость дыхательной системы к инфекции.

В таблице 2 приведены результаты определения активности лизоцима и секреторного иммуноглобулина А (М±m) в слюне детей, проживающих в квартирах со сравнительно более высокой (200 Бк/м³ и выше) и более низкой (менее 200 Бк/м³) активностью радона в воздухе.

Таблица 2

Некоторые показатели местного иммунитета у детей, проживающих в домах с высокой активностью радона

Активность радона, Бк/м ³	Число обследованных	Лизоцим, %	Секреторный IgA, мг %
Более 200	35	73,5±1,5	0,078±0,01*
Менее 200 (контроль)	28	71,0±2,5	0,145±0,005

* – различия с контролем статистически существенны, p<0,001.

Хотя различия в содержании лизоцима в слюне обследованных детей этих групп отсутствовали, но концентрация секреторного иммуноглобулина А (sIgA), важного показателя состояния местного иммунитета, была почти вдвое ниже у детей, проживающих в квартирах с более высокой объёмной активностью радона в воздухе.

Снижение активности sIgA может быть одной из причин некоторого повышения числа респираторных заболеваний при воздействии радона.

В литературе имеются указания на возможность угнетения при действии радона в пос. Акчатау не только местного иммунитета, но и показателей Т- и В-систем иммунитета [31]. При обследовании детей в возрасте 1–3 и 7–12 лет и уровнях радиационного воздействия, в 20–100 раз превышающих предельно допустимые дозы, отмечена абсолютная Т-лимфопения, В-лимфоцитоз при снижении концентрации в сыворотке крови иммуноглобулина А и повышении числа 0-лимфоцитов. Отмечено снижение у лимфоцитов активности кислой фосфатазы. Имелись возрастные различия, в частности, нарушение выработки иммуноглобулина G (IgG) у более старших детей.

Иммунологические нарушения в значительной мере обуславливают возможность влияния радона на течение патологических процессов не только в легких. И.Г. Дауронов и соавт. [31] отмечают у детей поселка 4-кратное повышение частоты вирусных инфекций, в частности, острых респираторных вирусных инфекций (ОРВИ).

При комплексном обследовании 1954 жителей Акчатау высококвалифицированными специалистами Ленинграда здоровыми признано только 130 человек (6,65%), больными различными легочными заболеваниями – 1043 (53,37%), в том числе легочным туберкулезом – 92, силикозом – 37, профессиональным бронхитом – 242. Легочная недостаточность отмечена у 356 больных с легочной патологией.

Нами были проанализированы истории болезни группы из 48 больных пневмонией, проживающих в домах или квартирах с концентрацией радона свыше 200 Бк/м³, и в жилых помещениях, где такое превышение отсутствовало, – основная и контрольная группы. При этом был использован метод «случай – контроль», т.е. больные основной и контрольной групп не отличались количественно, а

также по полу возрасту и национальности. При анализе течения заболеваний – наличия двусторонней пневмонии, ее тяжести, температуры, сроков нормализации (дни) температуры, исчезновения физикальных явлений в легких и кашля в основной (воздействие радона) и контрольной группах отсутствовали достоверные различия. Количество больных с воспалительным процессом в обоих легких с тяжелыми и среднетяжелыми формами заболевания у людей в этих группах практически не отличались.

Однако к этим данным можно добавить, что отмечалось повышение длительности пребывания на койке (койко-день) больных из домов с повышенным содержанием радона. При пневмониях в контрольной группе он равнялся 18±1,2, у проживающих в «радоновых домах» – 35,6±3,6 (p<0,001).

Приведенные материалы указывают на отсутствие значительных различий в характере поражений легких, тяжести заболевания, высоте подъема температуры при воздействии на людей высоких концентраций радона и в контрольной группе. Но, тем не менее, в первом случае имело место более длительное пребывание больных пневмонией в стационаре. Как известно, оценка клинических данных довольно субъективна, поэтому представлялось важным проследить динамику показателей крови у больных разных групп. Оказалось, что достоверные изменения изученных показателей крови у людей, проживающих в жилищах с повышенным содержанием радона, обычно отсутствовали. Лишь ускоренная СОЭ отмечалась перед выпиской у 3/5 больных, подвергавшихся воздействию радона, а в контрольной группе – у 1/4.

Следовательно, при анализе особенностей течения пневмонии при воздействии повышенных концентраций радона можно было все же констатировать несколько более медленное восстановление патологических изменений в легочной ткани, о чем свидетельствует наличие у большинства больных перед выпиской ускоренной СОЭ.

Представления о более медленной нормализации патологических явлений в легких при воздействии радона подтверждают и результаты проведенного нами определения содержания комплементсвязывающих противотканевых антител (аутоантител), которые, как известно, способствуют хроническому течению патологического процесса (табл. 3).

Таблица 3

Комплементсвязывающие противотканевые антитела при заболеваниях органов дыхания у людей в условиях воздействия радона

Показатель	Антигены			
	Легкие		Почка	
	Свыше 200 Бк/м ³	Контроль	Свыше 200 Бк/м ³	Контроль
Число людей	17/19 (89,5)*	6/12 (50)	12/19 (63,2)	9/12(58,3)
Титры антител	18±2,5	11±3,5	10±1	11,5±2

В числителе: количество положительных реакций на аутоантитела, в знаменателе – число обследованных;

* – различия при воздействии радона и в контроле статистически достоверны, p<0,05.

Проведено изучение содержания комплементсвязывающих антител к антигенам легких и (для контроля) почек в РСК (реакции связывания комплемента) на холоде у группы из 31 взрослого больного пневмонией или хроническим бронхитом, часть из которых проживали в квартирах с содержанием радона в воздухе, превышавшем 200 Бк/м³. Обследованы и здоровые люди, проживающие в квартирах с содержанием радона ниже существующих нормативов. Антитела к антигенам легких и почек выявлены у 1/4 из них, но в титрах не превышающих 10–20 (обратные титры). У больных пневмонией и хроническим бронхитом антитела встречались чаще, а титры примерно в 3,5–4 раза превышали показатели у здоровых людей ($p < 0,05$). Повышение титров отмечалось в отношении не только легких, но и почек, что, возможно, было связано с вовлечением почек в патологический процесс. При воздействии радона антитела к легочной ткани встречались в крови достоверно чаще ($p < 0,05$), чем в группе людей, проживавших в жилищах с более низким содержанием радона. Сколько-нибудь выраженные различия при определении антител к почечной ткани в зависимости от активности радона отсутствовали.

Таким образом, при действии радона на легочную ткань, пораженную патологическим процессом, отмечалась более высокая продукция противолегочных антител по сравнению с больными, которые не подвергались воздействию радона.

Наличие изменений показателей Т- и В-систем иммунитета у детей, проживающих в Акчатау, Т-лимфопения, повышение содержания 0-клеток и снижение IgA [31] позволяет предполагать возможность влияния радона не только на патологию легочной ткани, но и на заболеваемость другими болезнями. Такие иммунологические нарушения имеют, в частности, немаловажное значение в развитии инфекций. Проведенный нами анализ инфекционной заболеваемости показал, что среднегодовые показатели ее за 1986–1990 гг. на 100 тыс. населения были в Акчатау значительно выше среднегодовых показателей за 5 лет по Казахстану и СССР [34]: по острым кишечным инфекциям неустановленной этиологии соответственно в 2,8 и 2,2 раза, по инфекционному гепатиту – в 2,8 и 3,7 раза; по детским капельным инфекциям – скарлатине – в 3,3 и 1,9 раза, ветряной оспе, эпидемическому паротиту, коревой краснухе различия были 7–12-кратными. Эти данные находятся в соответствии с материалами [31], где у детей Акчатау показано 4-кратное повышение инфекционной заболеваемости, в частности, вирусными инфекциями, 3-кратное увеличение заболеваемости ангинами и 18-кратное – кожными инфекционно-воспалительными болезнями. Следует также отметить, что в период 1980–1985 гг. смертность в поселке от инфекционных и паразитарных болезней была в 1,8–3,2 раза выше, чем в среднем по Джезказганской области.

Выявленные различия, по-видимому, в значительной мере были обусловлены эпидемиологическими особенностями инфекционного процесса в поселке. В Акчатау в течение 1986–1990 гг. отмечался ряд эпидемических вспышек. Так, примерно 3/4 заболеваний эпидемическим паротитом в 1990 г. обнаружены в январе – апреле, 50–72% случаев инфекционного гепатита диагностированы в сентябре – декабре 1986–1990 гг, 82–100% кишечных инфекций

встречались в 1986–1988 гг. в августе – сентябре. Но нельзя отрицать и значение иммунологических механизмов в появлении инфекционных заболеваний и в особенностях их течения. Роль воздействия здесь радона требует дальнейшего изучения.

В этой связи представляют интерес данные о том, что при иммунологическом обследовании людей, проживающих в урановых геохимических провинциях, вблизи урановых хвостохранилищ, выявлено снижение числа и функции мононуклеарных фагоцитов и нейтрофилов, активированных Т- и В-лимфоцитов, иммуноглобулинов при увеличении количества цитотоксических лимфоцитов. Отмечены существенные изменения кожного барьера: снижение его резистентности при росте патогенных микроорганизмов. С иммунологическими изменениями связывается обострение кожных заболеваний [35].

Что касается пос. Акчатау, то комплексное обследование его населения показало наличие не только высоких показателей заболеваний органов дыхания, но и значительный рост катаракт. Так, из 401 работника, связанного с добычей вольфрама и молибдена, катаракты выявлены у 69 (17,2%), у остальных взрослых (1286 жителей поселка) катаракта обнаружена у 117 (9,1%) человек. Данные о том, идет речь о помутнении хрусталика, его инволюционных изменениях или о лучевых катарактах, отсутствуют. Но, как известно, катаракта является характерным нестохастическим, детерминистским последствием радиационного воздействия. А как можно видеть, у населения поселка Акчатау, и особенно у шахтеров, имеется значительное число катаракт.

Нередко встречались воспалительные и иные заболевания женских половых органов. При обследовании 825 жительниц поселка, большинство из которых были в возрасте 20–40 лет, заболевания были выявлены у 481 (58,3%), причем воспаления придатков – у 204, эрозии шейки матки – у 104, кольпит – у 67 обследованных. У 40 женщин обнаружена фибромиома. Осложнения течения беременности (угрожающий выкидыш, анемия, нефропатия и др.) встречались у 23,6% из 72 беременных женщин.

По данным анализа, проведенного В.Н. Кашиным и В.А. Колобяниным [36], уровень сердечно-сосудистой, нефрологической и ЛОР-патологии, был в 2 раза выше, чем в других районах. Показатели заболеваний желудка почти вдвое превышали союзные значения.

Таким образом, тщательное и квалифицированное клиническое обследование выявило у значительной части жителей пос. Акчатау те или иные заболевания. По-видимому, их обнаружение в части случаев можно объяснить скрупулезным обследованием квалифицированными специалистами. Так, патология пищеварительной системы не была обнаружена лишь у 10% обследованных; у 25% жителей поселка был диагностирован хронический гастрит, у 31% – хронический холецистит, у 34% – хронический панкреатит. Но значительное число помутнений хрусталика, нарушения беременности могут быть связаны с облучением за счет воздействия радона.

Заключение

Анализ литературных материалов по влиянию радона на здоровье показал неоднозначность и противоречивость имеющихся сведений даже по такому принци-

пиальному вопросу, как заболеваемость и смертность от рака легких.

Результаты комплексных клинических, эпидемиологических, иммунологических исследований, проведенных коллективом исследователей параллельно у работников рудника по добыче вольфрангово-молибденовых руд и значительного числа жителей поселка Акчатау, подвергающихся воздействию значительных концентраций радона, подтвердили возможность повышения у них смертности от рака легких. Было показано также неблагоприятное действие радона не только на органы дыхания, но и возможность формирования стохастических (злокачественные новообразования) и нестохастических (катаракты) последствий хронического радиационного воздействия. К его последствиям, по-видимому, следует отнести неблагоприятное течение беременности у жительниц поселка. Отмечены и другие отрицательные изменения показателей здоровья у населения Акчатау, одной из причин которого являются иммунологические изменения, выявленные нами и учеными Казахстана [31]. Нарушения местного иммунитета, видимо, способствовали патологии респираторной системы, аутоиммунные изменения – более длительному течению заболеваний органов дыхания. Нарушения Т- и В-систем иммунитета могли обусловить увеличение иной заболеваемости.

Следовательно, нельзя исключить влияния радона на заболеваемость и смертность не только от рака легких, но и других болезней, во всяком случае, заболеваний органов дыхания, на особенности их клинического течения. Объективные результаты иммунологических исследований подтверждают данные о возможности нарушений здоровья при воздействии радона.

Таким образом, полученные данные указывают на возможность влияния высоких концентраций радона на заболеваемость раком легкого, а также другими злокачественными новообразованиями. Показана возможность появления таких характерных радиационных эффектов, как катаракты, а также нарушения процессов беременности, повышение респираторной и иной заболеваемости. Такие различные эффекты радона, по-видимому, реализуются через его влияние на местный иммунитет, Т- и В-систему иммунитета, аутоиммунные процессы, изменение которых играет существенную роль в заболеваемости.

Литература

1. Статат И.П. Уровни облучения населения России на территориях с повышенным радиационным фоном // И.П. Статат, Т.А. Кормановская // Сб. тез. Международная научно-практическая конференция (14–17 сент. 2008, С.-Петербург). СПб., 2008. С. 135–138.
2. Романович И.К. Современное состояние и задачи обеспечения радиационной безопасности населения России: Материалы X Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей [под ред. Г.Г. Онищенко, А.И. Потапов]. Книга II. М., 2007. С. 415–419.
3. Кормановская Т.А. Гигиеническая оценка уровней облучения населения Российской Федерации природными источниками ионизирующего излучения: Автореферат дисс. канд. биол. наук. СПб, 2007.
4. Милюшников В.В. Роль экологических факторов окружающей среды и производства в развитии профессиональных заболеваний у работников Тырнаузского вольфрамово-молибденового комбината: тез. докл. «Человек и лекарство»: IV Российский национальный конгресс (4–12 апреля 1997 г., Москва). М., 1997. С. 171.
5. Ползик Е.В., Лежнин В.Л., Казанцев В.С. К проблеме влияния радона на развитие рака легких // Радиационная биология. Радиозэкология, 2004. Т. 44, №2. С. 207–215.
6. Ellett W.H. IV committee estimates of lung cancer mortality associated with exposure to radon progeny / W.H. Ellett, J.I. Fabrikant, R.D. Cooper // Radiat. prot. dosim., 1988. V. 24, N 1–4. P. 445–449.
7. Аверкина И.А. Проблема канцерогенного влияния радона на организм человека (обзор литературы) // Мед. труда и пром. экология, 1996. №9. С. 32–34.
8. Шалак Н.И., Крисюк Э.М., Терентьев М.В. Радиационно-гигиеническая обстановка на неурановых шахтах и других подземных сооружениях // Гигиена и санитария, 1984. №3. С. 73–76.
9. O’Riordan M.C. Golden report on radon // Radiol. prot. bull., 1988. N 95. P. 4–6.
10. Muirhead C.R. Health risk of radon and other internally deposited alpha-emitters: BEIR IV // Radiol. prot. Bull., 1988. N 95. P. 28–31.
11. Muller W.U., Steffer C. Radon in the human environment. (Abstr. Pap): 3rd Eur. meet. environ. hyg. (25–27 June 1991, Dusseldorf) // Zentralbl. Hyg. und Umweltmed, 1991. Bd. 194, N 4. P. 367.
12. Sevo J. Cancer in man after exposure to Rn daughters / J. Sevo, E. Kunz, L. Tomelek [et al.] // Health Phys., 1988. V. 54, N 1. P. 27–46.
13. Finkelstein M.M. Clinical measures, smoking, radon, exposure and risk of lung cancer in uranium miners // Occup. and environ. med., 1996. V. 53, N 10. P. 697–702.
14. Peto Q. Epidemiology: radon and risk of cancer // Nature, 1990. № 45. P. 389–390.
15. Жуковский М.В. Радон в жилых помещениях Среднего Урала: медицинские последствия его воздействия / М.В. Жуковский, И.В. Ярмошенко, А.А. Екидин [и др.] // Мед. радиол. и радиац. безопас., 2003. Т.48, № 2. С. 5–17.
16. Ярмошенко И.В. Мета-анализ эпидемиологических исследований риска рака легкого при облучении радоном в жилищах / И.В. Ярмошенко, И.А. Киридин, М.В. Жуковский [и др.] // Мед. радиология и радиац. безопасность, 2003. Т. 48, № 5. С. 33–43.
17. Fryer F.A. Shooting the bearer of “good news” // J. Roy. Soc. Promot. Health, 2002. V. 122, N 4. P. 270.
18. Орлов А.Н. Радиоактивность и экология // Бюл. центра обществ. информации по атомной энергии, 1994. № 1. С. 54–76.
19. Lubin J.H., Boice J.D. Estimating Rn-induced lung cancer in the United States // Health Phys., 1989. V. 57, N 3. P. 417–427.
20. Axelson Q. Indoor radon exposure and active and passive smoking relation to the occurrence of lung cancer / Q. Axelson, K. Anderson, G. Desasl [et al.] // Scand. J Work, Environ and Health, 1988. V. 14, N 5. P. 286–292.
21. Иванов С.И. Гигиенические основы ограничения риска неблагоприятных последствий облучения населения от социально значимых источников ионизирующего излучения: Автореф. дисс. докт. мед. наук. СПб, 2000.
22. Miel J. Radon dreams // Radiol. Prot. Bull., 1998. N 204. P. 4.
23. Heynes R.M. The distributicof domestic radon concentration and lung cancer mortality in England and Walas // Radiol. prof. dosim., 1988. V. 25, N 2. P. 93–96.
24. Neuberger J.S. Residential radon exposure lung cancer: Winter Meet. Amer. Nucl. Soc.:D.C. (13–17 Nov. 1994, Washington) // Trans. Amer. Nucl. Sci., 1994. V. 71. P. 37.
25. Becker K. Radon in Europe // Trans Amer. Nucl. Soc., 1996. V. 75. P. 418.
26. Cohen B. Test of the linear – no threshold of radiation carcinogenesis for inhaled radon desay products // Health Phys., 1995. V. 67, N 2. P. 157–174.
27. Морозов О.А. Современные аспекты гигиенической оценки опасности радона для населения: Автореф. дисс. докт. мед. наук, 2000.

28. Miel J. Radon dreams // Radiol. prot. bull., 1998. N 204. P. 4.
29. Адеишвили Т.Г., Хвелидзе Л.В., Маманеншвили И.Т. О влиянии естественной радиоактивности на здоровье человека // Int. J. Immunol., 1998. N 8. P. 174.
30. Сорока Ю.Н., Михайлов А.И. Обследование радиационной обстановки в районе действия ПО «Казвольфрам» // Цв. Metallurgia, 1992. № 7. С. 62–66.
31. Дауранов И.Г., Айтмагамбетов Р.А., Байсеркин С.Г. Радиоактивный воздух жизни и иммунный статус ребенка // Здравоохр. Казахстана, 1991. № 3. С. 44–47.
32. Бабаджанов Л. Белодробен карцином и пневмокониоза всред работници в ураниева мина / Л. Бабаджанов, М. Демирова, З. Валерианова [и др.] // Современ. мед., 2003. Т. 54, № 3. С. 19–26.
33. Иванов З. Анамнестические, физикальные и биодозиметрические индикаторы поражения легких у неурановых шахтеров // Докл. Българ. АН., 2000. Т. 53, № 9. С. 115–118.
34. Шаханина И.Л. Инфекционные болезни в Казахстане: статистическая и экологическая оценка заболеваемости / И.Л. Шаханина, Л.А. Осипова, Т.П. Болотовская [и др.] // Здравоохр. Казахстана, 1991. № 7. С. 42–45.
35. Исупова А.А. Этиопатогенетические особенности изменений иммунитета и микробиологического профиля кожных покровов у лиц, проживающих вблизи урановых хвостохранилищ в горных условиях: Автореф. дисс. канд. мед. наук. Бишкек, 2007.
36. Кашин В.Н., Колобянин В.А. Радон в жилище: болезни женщин и детей // Мед. аспекты радиац. и химич. безопасности: Матер. Рос. науч. конф. СПб, 2001.

V.M. Shubik, E.V. Ivanov, V.N. Kashin, V.A. Kolobyenin

Experience of exposure from radon health study

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. The article summarizes and analyses the results of research work conducted by the authors collective on high radon concentration effects on mine workers from the tungsten ore mine and population of the Akchatau settlement located in the Dzhezkazgan region of Kazakstan around this mine. Heightened morbidity rate for lung cancer, respiratory tract diseases is being revealed. Clinical examination found out pathological changes among the population of settlement, which can be linked with the radiation exposure: cataracts, abnormal gestation courses. Immunological investigations revealed some causes of discovered pathological changes: tissue immunodepression of respiratory tract, autoimmune processes to the lung antigens at respiratory system pathology.

Key words: radon, lung cancer; tissue immunity, autoantibodies.

Поступила 16.11.2009 г.

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