

И.А. Галстян, А.С. Кретов, Л.А. Мерзликин, И.В. Власова, А.Ю. Бушманов, Ю.Д. Удалов
**ВОЗМОЖНЫЕ КРИТЕРИИ УСТАНОВЛЕНИЯ ДИАГНОЗА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
РАКА ЛЕГКОГО У РАБОТНИКОВ УРАНОВЫХ ШАХТ**

Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва. E-mail: igoalstyan@rambler.ru

И.А. Галстян – зав. лабораторией, д.м.н., доцент; А.С. Кретов – зав. организационно-методическим отделом;
Л.А. Мерзликин – врач-профпатолог, д.м.н., проф.; И.В. Власова – врач-профпатолог; А.Ю. Бушманов – первый
заместитель ген. директора, внештатный специалист-профпатолог ФМБА России, д.м.н., проф.;
Ю.Д. Удалов – заместитель ген. директора, руководитель центра профпатологии, к.м.н.

Реферат

Цель: Поиск возможных критериев установления диагноза профессионального рака легкого у работников урановых шахт на основании анализа литературных данных, а также собственных наблюдений больных раком легкого.

Материал и методы: Анализ литературных данных с целью выделения возможных критериев и их использование для установления диагноза профессионального рака легкого у 6 работников урановых шахт.

Результаты: Выделены следующие критерии для установления диагноза профессионально обусловленного рака легкого у работников урановых шахт:

- Суммарная эффективная доза радиационного воздействия за период работы в подземных условиях более 200–250 мЗв (40–50 РУМ).
- Стаж работы в подземных условиях не менее 10 лет.
- Запыленность на рабочем месте более 1 мг/м³.
- Гигиеническая оценка условий труда по 3 классу, степени 3.2–3.4.
- Латентный период развития опухоли не менее 10 лет.
- Развитие первично-множественного синхронного или метакронного рака легких.

Также при установлении диагноза профессионального рака легкого должен учитываться отягощенный легочный анамнез (частые бронхиты, пневмонии, хронический бронхит курильщика).

На основании выделенных критериев рассмотрены документы 6 работников урановых шахт, у которых был выявлен рак легкого. На основе проведенного анализа у 5 больных была установлена связь заболевания с профессиональной деятельностью. Одному больному в установлении этой связи было отказано.

Заключение: Авторы предлагают данный экспертный подход к обсуждению профильными специалистами, так как вышеперечисленные критерии планируется использовать в качестве методических указаний для врачей-профпатологов, осуществляющих наблюдение за работниками уранового производства и для решения вопросов связи заболевания с профессиональной деятельностью больного.

Ключевые слова: урановое производство, радон, рак легкого, профессиональные заболевания, критерии установления

Поступила: 02.07.2018. Принята к публикации: 29.11.2018

Введение

Одним из самых сложных вопросов профпатологии является вопрос установления диагноза профессионально обусловленного онкологического заболевания, развившегося вследствие производственного контакта с ионизирующим излучением. Канцерогенный эффект радиации доказан многочисленными экспериментальными и радиационно-эпидемиологическими исследованиями. Облучение повышает вероятность развития опухоли. При этом, чем выше доза лучевого воздействия, тем больше вероятность развития онкологического заболевания. Любая малая по величине доза облучения может вызвать изменения генетического материала клетки, которые в дальнейшем способны положить начало опухолевому клону. Соответственно, основной в радиобиологии теперь является беспороговая концепция радиационного канцерогенеза, согласно которой развитие злокачественного новообразования вероятно при лучевом воздействии в сколь угодно малой дозе.

Следуя этой концепции, мы должны согласиться с тем, что опухоль любой локализации, развившаяся у работника, подвергавшегося в производственных условиях облучению любого уровня, должна признаваться профессионально обусловленной. Однако большинство крупных эпидемиологических исследований, в том числе проведенных среди работников предпри-

ятий атомной промышленности, не выявляет увеличения частоты злокачественных новообразований у лиц, подвергавшихся облучению в диапазоне доз до 0,1 Зв, по сравнению с необлученным населением той же возрастной категории [1, 2].

Кроме того, необходимо отметить, что в последние десятилетия дозы медицинского облучения населения, не занятого на предприятиях атомной промышленности, нередко превышают дозы производственного радиационного воздействия. Соответственно, следуя беспороговой концепции радиационного канцерогенеза, практически любую опухоль следует признавать индуцированной облучением.

Несомненно, беспороговая концепция является очень эффективным гигиеническим инструментом, позволяющим улучшать условия труда в атомной отрасли, однако для решения экспертных вопросов ее применение невозможно.

Согласно пункту 2.5.10 приказа Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 27 апреля 2012 г. № 417н в «Перечень профессиональных заболеваний» внесены злокачественные новообразования соответствующих локализаций, связанные с воздействием ионизирующего излучения [3]. Таким образом, действующий документ подразумевает не абсолютную связь любого онкологического заболевания с производственным облучением

и оставляет решение этого вопроса на рассмотрение комиссии по профессиональным заболеваниям.

Настоящая работа посвящена поиску критериев установления диагноза профессионального рака легкого у работников урановых шахт на основании анализа литературных данных, а также собственных наблюдений больных раком легкого по данным Центра профессиональной патологии.

Исторические сведения

Создание атомной промышленности в странах Европы, США и СССР начиналось с урановых шахт, предназначенных для добычи урана и радия, а позднее – для обеспечения сырьем других предприятий ядерно-топливного цикла. Высокая смертность шахтеров от рака легкого в Европе была установлена в конце XIX в. [4, 5]. Первые сведения о повышенной частоте рака легкого у горняков полиметаллических шахт Шнееберга (Германия) и Яхимова (Чехия) появились еще в 20-х гг. прошлого века, и в 1924 г. было высказано предположение о связи развития заболевания с воздействием радона [4–6]. Активная добыча урановой руды в военных целях началась во многих странах в 40-е годы XX столетия и к 60-м годам было выявлено уже несколько сотен случаев заболевания с четким представлением о связи его с длительной ингаляцией радона и дочерних продуктов его распада [4, 5]. На основании накопленных к 1986 г. эпидемиологических данных о повышенной заболеваемости раком легких шахтеров урановых шахт радон был формально признан причиной рака легкого [4, 5].

Создание первых уранодобывающих предприятий в СССР началось в 1945–1946 гг. Первые сведения о раке легких у шахтеров советских урановых рудников относятся к 1957 г., когда А.В. Быховский описал 5 случаев данного заболевания [6].

Неблагоприятная пылерадиационная обстановка на рудниках стала причиной распространения среди горнорабочих пневмокониозов, профессионального бронхита и рака легкого [6–8].

Условия труда работников урановых шахт

При подземной добыче урановой руды горнорабочие подвергаются воздействию комплекса вредных производственных факторов. Тяжелый физический труд и сопутствующие ему воздействия, такие как вибрация, шум, дискомфортные микроклиматические условия, присутствие во вдыхаемом воздухе токсичной пыли, дочерних продуктов радона, выхлопных газов способствуют развитию различных заболеваний у шахтеров [6]. При добыче урановой руды и недостаточной проветриваемости забоев, ведущими становятся присутствие в рудничном воздухе кварцсодержащей и альфа-излучающей пыли (уран-238, уран-234, торий-230, радий-226, полоний-210), а также дочерних продуктов распада радона (полоний-218, свинец-214, полоний-214) [6, 7]. Долгое время развитие рака легкого связывалось только с воздействием ради-

ационных факторов. Однако работы Р.Н. Белугиной, А.В. Малашенко и соавт. позволили говорить о канцерогенном эффекте совокупности производственных факторов рудничной атмосферы и сочетанном их действии на легочную ткань [6, 7, 9]. Наличие силикоза, хронического пылевого бронхита увеличивает вероятность заболевания раком легкого. В то же время изолированное воздействие радиационных факторов не приводит к увеличению заболеваемости [10, 11].

Высокая температура (+29–37 °С) и высокая относительная влажность рудничного воздуха (85–100 %), на фоне значительной физической нагрузки (снижение мышечной силы на 60–70 % от исходной), приводят к учащению (в 1,5 раза) и углублению дыхания (в 2 раза), что обуславливает увеличение в 3,5 раза объема вдыхаемого рудничного воздуха (с 6–8 л/мин до работы и до 26,7±1,0 л/мин в процессе работы), из-за чего увеличивается фактическая пылерадиационная нагрузка на лёгкие шахтёров в 2–3 раза по сравнению с нагрузкой, рассчитанной по среднегодовому содержанию пыли и радона в атмосфере рудников. Таким образом, кумулятивные экспозиции от дочерних продуктов распада урана, рассчитанные на основании среднерудничных показателей при обычном объеме дыхания, могут быть занижены в 4 раза [10, 11].

Закономерности развития рака легкого

Многие исследования демонстрируют увеличение частоты рака легкого при увеличении возраста начала облучения.

При одном и том же уровне радиационного воздействия риск развития рака легких на урановых рудниках в США составлял для возрастной группы 35–49 лет в момент облучения 10 случаев, для возрастной группы 50–65 лет – 20 случаев, для возрастной группы старше 65 лет – 50 случаев на 1×10^6 человеко-лет на 1 РУМ [по 6]. Один РУМ определяется как накопленная экспозиция при вдыхании воздуха с объемной активностью 1 рабочий уровень в течение 170-часового рабочего месяца [12]. Экспозиция дочерних продуктов радона в 1 РУМ эквивалентна эффективной дозе 5,06 мЗв [12]. Годовой предел, выраженный в единицах РУМ, равен 5 РУМ [7].

Абсолютный избыточный риск смерти от рака легкого на отечественных рудниках близок к данным зарубежных авторов: средний возраст умерших 46–56 лет, подземный стаж 10 и более лет, латентный период 16–20 лет, риск смерти от рака легкого от 2,6 до 7,3 на 10^6 чел.-лет на 1 РУ (рабочий уровень – любое сочетание короткоживущих дочерних продуктов радона в одном литре воздуха, энергия альфа-частиц которых при распаде равна $1,3 \times 10^5$ МэВ скрытой энергии) [6].

По данным Г.И. Гнеушевой и соавт., совершенствование противопылевых и радиозащитных мероприятий обусловило к настоящему времени снижение более чем в 2 раза смертности шахтеров от рака легких, которая, тем не менее остается выше в 1,5–2 раза, чем у прочих работников [6]. При допустимой кумулятивной экспозиции пылевого (2 мг/м^2) и радиационного

фактора (100 РУМ) за 30 лет работы в шахтах происходит удвоение числа случаев рака легких. С этим выводом согласуются данные крупных зарубежных исследований (французско-чешское, BEIR VI), согласно которым дополнительный относительный риск развития рака легкого у работников урановых шахт достоверно связан с низкими уровнями суммарной экспозиции (менее 100 РУМ) [12].

В Публикации 115 МКРЗ для расчета пожизненного дополнительного абсолютного риска (ПДАР) смерти от рака легкого рассматривается сценарий облучения, при котором работник подвергается постоянному низкоуровневому облучению (до 2 РУМ в течение года) в возрасте от 18 до 64 лет с оценкой риска на момент достижения 90 или 94 лет. При этом ПДАР равен $2,8 \times 10^{-4}$ на РУМ [12].

В США в качестве критериев назначения выплаты компенсации за развившийся профессиональный рак легкого работникам урановых шахт (шахтерам и дробильщикам) принимаются работа в крайне неблагоприятный период с 01.01.1942 по 31.12.1971 гг. и суммарная экспозиция не менее 40 РУМ (202,4 мЗв) [13].

У работников урановых шахт чаще всего встречается бронхогенный рак с наиболее частой исходной локализацией в крупных бронхах (73,7 %), причём в правом лёгком в 2 раза чаще, чем в левом. Преобладает узловатый рак (56,7 %) с наиболее частой локализацией в прикорневой зоне. По гистологическому строению чаще наблюдается мелкоклеточный рак (68,6 %), что в 2,5 раза чаще, чем у прочих работников (23,5 %). Развитие мелкоклеточного рака происходит на фоне активной атипической базальноклеточной пролиферации бронхиального эпителия. Среди отдельных случаев подобный его вариант составил 50,8 %, овсяноклеточный – 31,5 %, промежуточный – 17,7 %. В 3 раза реже наблюдается плоскоклеточный рак (20,5 %) на почве дисплазии метаплазированного многослойного плоского эпителия бронхов [6, 11].

Хронический бронхит у горнорабочих урановых шахт является фоном для развития метаплазии, дисплазии и пролиферации эпителия слизистой, на основе которых и происходит развитие рака бронхов [6, 7, 10, 14, 15]. Несомненно, что сочетанное пылерадиационное воздействие приводит к более тяжёлому поражению слизистой оболочки бронхов, чем воздействие каждого фактора в отдельности. Среди шахтёров, умерших от рака лёгких, число курящих (63) в 3 раза больше, чем некурящих (20). Латентный период развития рака у курящих на 3–9 лет короче, чем у некурящих [6, 10–12].

Рекомендуемые критерии установления диагноза рака легкого, связанного с профессиональной деятельностью

На основе всего вышеизложенного можно выделить следующие критерии для установления диагноза профессионально обусловленного рака легкого у работников урановых шахт:

- Суммарная эффективная доза радиационного воздействия за период работы в подземных условиях – более 200–250 мЗв (40–50 РУМ).
- Стаж работы в подземных условиях не менее 10 лет.
- Запыленность на рабочем месте – более 1 мг/м³.
- Гигиеническая оценка условий труда – 3 класс, степень 3.2–3.4 [16].
- Латентный период развития опухоли – не менее 10 лет.
- Развитие первично-множественного синхронного или метасинхронного рака легкого.

При установлении диагноза профессионального рака легкого также учитывается отягощенный легочный анамнез (частые бронхиты, пневмонии, хронический бронхит курильщика).

Использование предложенных критериев для установления связи рака легкого с профессиональной деятельностью больного

В течение 2017–2018 гг. в Центре профессиональной патологии ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России были рассмотрены 6 случаев рака легкого, развившегося у работавших в подземных условиях на предприятии по добыче урановой руды (табл. 1).

Анализ дозиметрических и клинических данных позволил на основе вышеназванных критериев в 5 случаях установить связь заболевания с профессией, в одном – отказать в установлении этой связи.

Основными аргументами для установления связи развившегося рака легкого с профессией были: начало работы в относительно неблагоприятный период в 1974–1980 гг. (4 больных), длительный стаж работы во вредных условиях (11–26 лет), суммарная эффективная доза, превышающая 50 РУМ (3 больных), оценка степени условий труда по фактору «ионизирующее излучение» – 3.2–3.3 (4 больных), концентрация пыли на рабочем месте более ПДК (2 больных), отнесение к группе риска по хроническому пылевому бронхиту (2 больных) и диагноз хронической обструктивной болезни легких (1 больной).

В случае отказа в установлении связи развившегося рака легких с профессией решение базировалось на оценке уровня суммарной эффективной дозы, не достигающей уровня 40–50 РУМ, отсутствия превышений ПДК пыли на рабочем месте, работе в относительно благоприятном с точки зрения гигиенических критериев периоде.

Заключение

Таким образом, предложенные критерии представляют собой сведения, легко получаемые из санитарно-гигиенической характеристики и медицинских карт амбулаторного наблюдения больного. В основу разработки критериев положены результаты крупнейших эпидемиологических, гигиенических и клинко-морфологических исследований рака легкого у работников уранового производства, проведенных как в нашей

Таблица 1

Характеристика работников предприятия по добыче урановой руды, у которых развился рак легкого

№ пп	ФИО	Профессия	Год начала работы в подземных условиях	Возраст начала работы в подземных условиях	Стаж работы в подземных условиях	Суммарная эффективная доза с учетом использования средств индивидуальной защиты, мЗв	Концентрация пыли на рабочем месте	Гигиеническая оценка условий труда по ионизирующему излучению	Вредные привычки	Возраст выявления рака легкого	Примечания	Решение профкомиссии
1	Г.В.А.	Подземный электрогазосварщик	1978	21	25 лет 11 мес	214,47	ПДК	3.3	Курение	56 лет	Группа риска по развитию хронического пылевого бронхита	Установлена связь заболевания с профессией
2	М.В.И.	Подземный проходчик, подземный крепильщик	1974	21	18 лет 6 мес	482,25	Больше ПДК	Отсутствует	Курение в течение 48 лет	63 года	Хронический ларингит, хронический бронхит курильщика	Установлена связь заболевания с профессией
3	Е.А.И.	Подземный электрогазосварщик	1979	21	11 лет	В 1981–1988 гг. – 96,91	ПДК	3.3 в 1984 г.	Нет сведений	48 лет – рак правого легкого; 60 лет – рак левого легкого	Первично-множественный метастатический рак легкого	Установлена связь заболевания с профессией
4	В.В.С.	Подземный бурильщик	1980	25	17 лет 8 мес	265,8	ПДК	3.2	Курение	61 год	Группа риска по хроническому пылевому бронхиту	Установлена связь заболевания с профессией
5	Р.Д.И.	Подземный горнорабочий очистного забоя	1996	30	19 лет 4 мес	273,94	Больше ПДК	3.2	Нет сведений	60 лет	ХОБЛ	Установлена связь заболевания с профессией
6	К.Е.П.	Подземный проходчик	1987	37	15 лет	164,73	ПДК	3.2	Нет сведений	66 лет	–	Отказано в установлении связи заболевания с профессией

стране, так и в других странах. Учтены последние международные рекомендации МКРЗ.

Авторы предлагают данный экспертный подход к обсуждению профильными специалистами, так как использование вышеперечисленных критериев планируется использовать в качестве методических указаний для врачей-профпатологов, осуществляющих наблюдение за работниками уранового производства и для решения вопросов связи заболевания с профессиональной деятельностью больного.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Публикация 103 МКРЗ. Рекомендации 2007 года Международной комиссии по радиационной защите. – М. 2009. 312 с.
2. Epidemiological Studies of Radiation and Cancer. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 54 session. Vienna. 2006. 350 pp.
3. Перечень профессиональных заболеваний. Приложение к приказу Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 27 апреля 2012 г. № 417н.
4. Публикация 126 МКРЗ. Радиологическая защита от облучения радоном. – М. 2015. 91 с.
5. Рак легкого у работников урановых рудников // В сб. «Эпидемиология рака легкого». Под ред. Д.Г. Заридзе, И.К. Плешко, Ю.С. Сидоренко, Т.В. Шелякиной. – М. 1990. 240 с.

6. Гнеушева Г.И., Малашенко А.В. Профессиональная легочная патология у горнорабочих урановых шахт. – М. 2007. 140 с.
7. Ахмед Д.У. Профессиональная радиационная безопасность на урановых шахтах и заводах // Бюллетень МАГАТЭ. 1981. Т. 23. № 2. С. 34–38.
8. Шалаев И.Л., Глушинский М.В., Токарев Н.М., Бызов Э.В. Эпидемиологическое исследование смертности от рака легкого горняков уранового рудника // Бюллетень радиац. медицины. 1986. № 1. С. 80–85.
9. Белугина Р.Н. Эпидемиологическое исследование смертности горнорабочих на железоурановом руднике // Бюллетень радиац. медицины. 1986. № 1. С. 48–52.
10. Малашенко А.В., Накатис Я.А. Вопросы патогенеза профессиональной легочной патологии у горнорабочих урановых шахт // Медицина экстрем. ситуаций. 2012. № 2. С. 28–34.
11. Малашенко А.В., Накатис Я.А. Этиология и особенности морфогенеза рака легких у шахтеров урановых рудников // Клин. больница. 2017. Т. 19. № 1. С. 17–22.
12. Публикация 115 МКРЗ. Риск возникновения рака легкого при облучении радоном и продуктами его распада. Заявления по радону. – М. 2013. 91 с.
13. Szymendera S.D. The radiation exposure compensation act (RECA): compensation related to exposure to radiation from weapons testing and uranium mining // CRS Report. 2015. 17 pp.
14. Иванов А.Е., Куршакова Н.Н., Соловьев А.И. Радиационный рак легкого. – М.: Медицина. 1990. 223 с.

15. Махлай Т.Н., Буренин П.И. О связи рака трахеи, бронхов и легкого с неспецифическими заболеваниями легких у работников уранового производства // Бюлл. радиац. медицины. 1983. № 3. С. 35–40.
16. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда, введенное в действие 1.11.2005. – М. 161 с.

Для цитирования: Галстян И.А., Кретов А.С., Мерзликин Л.А., Власова И.В., Бушманов А.Ю., Удалов Ю.Д. Возможные критерии установления диагноза профессионального рака легкого у работников урановых шахт // Мед. радиология и радиационная безопасность. 2019. Т. 64. № 1. С. 26–30.

DOI: 10.12737/article_5c55fb303a76b7.90880128

Radiation Medicine

Medical Radiology and Radiation Safety. 2019. Vol. 64. No. 1. P. 26–30

DOI: 10.12737/article_5c55fb303a76b7.90880128

Possible Criteria of the Diagnosis of Occupational Lung Cancer in Workers of Uranium Mines

I.A. Galstyan, A.S. Kretov, L.A. Merzlikin, I.V. Vlasova, A.Yu. Bushmanov, Yu.D. Udalov

A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia. E-mail: igalstyan@rambler.ru

I.A. Galstyan – Head of Lab., Dr. Sci. Med.; A.S. Kretov – Head of Dep.; L.A. Merzlikin – Specialist in Occupational Medicine, Dr. Sci. Med., Prof.; I.V. Vlasova – Specialist in Occupational Medicine; A.Yu. Bushmanov – Deputy Director, Dr. Sci. Med., Prof.; Yu.D. Udalov – Deputy Director General, PhD Med.

Abstract

Purpose: Search of possible criteria of the diagnosis of occupational lung cancer in workers of uranium mines on the basis of the analysis of literary data.

Material and methods: The analysis of literary data with the purpose of allocation of possible criteria and their use for the diagnosis of occupational lung cancer at 6 employees of uranium mines.

Results: The following criteria for the diagnosis of occupationally caused lung cancer at workers of uranium mines are marked out:

- Total effective dose of radiation exposure is more 200–250 mSv (40–50 WLM).
- Period in underground conditions is not less than 10 years.
- Dust content in a workplace is more than 1 mg/m³.
- Hygienic assessment of working conditions – the 3rd class, 3.2–3.4 degree.
- The latent period of development of a tumor is not less 10 years.
- Development of primary and multiple synchronous or metachronous lung cancer.

Also the diagnosis of occupational lung cancer the pulmonary anamnesis (frequent bronchitis, pneumonia, chronic bronchitis of the smoker) has to be considered.

On the basis of the marked-out criteria documents of 6 employees of uranium mines, at which lung cancer has been revealed, are considered. On the basis of the carried-out analysis at 5 patients relation of a disease with professional activity has been established. One patient was denied this relation.

Conclusion: Authors offer this expert approach to experts' discussion as above-mentioned criteria is planned to be used by the pathologists who are carrying out observation of workers of uranium production and for the solution of questions of relation of a disease with professional activity of the patient.

Key words: uranium production, radon, lung cancer, occupational diseases, establishment criteria

REFERENCES

1. ICRP Publication 103. Recommendations ICRP of 2007. Moscow. 2009: 312 p.
2. Epidemiological studies of radiation and cancer. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. 54 session. Vienna. 2006: 350 p.
3. List of occupational diseases. Annex of the Order of Ministry of Health and Social Development of Russia. April 27 2012. No. 417n. (Russian).
4. ICRP Publication 126. Radiological Protection against Radon Exposure. Moscow. 2015: 91 p. (Russian).
5. Lung cancer in workers of uranium mines. In «Lung cancer epidemiology». Ed. DG Zaridze, IK Pleshko, YuS Sidorenko, TV Shelyakina. Moscow. 1990: 240 p. (Russian).
6. Gneusheva GI, Malashenko AV. Occupational pathology of lungs in workers of uranium mines. Moscow. 2007: 140 p. (Russian).
7. Ahmed DU. Professional radiation safety at uranium mines and facilities. Bulletin IAEA. 1981;23(2):34-8.
8. Shalaev IL, Glushinsky MV, Tokarev HM, Byzov EV. Epidemiological investigation of lung cancer mortality of uranium miners. BRM. 1986;1:80-5. (Russian).
9. Belugina RN. Epidemiological investigation of uranium miners. BRM. 1986;1:48-52. (Russian).
10. Malashenko AV, Nakatis YaA. Questions of professional lung pathology of uranium miners. Medicine of Extreme Situations. 2012;2:28-34. (Russian).
11. Malashenko AV, Nakatis YaA. Etiology and specificities of morphogenesis of lung cancer in workers of uranium miners. Clinic Hospital. 2017;19(1):17-22. (Russian).
12. ICRP Publication 115. Risk of Lung Cancer Occurrence after Radon and its Decay Products Exposure. Radon statement. Moscow. 2013: 91 p. (Russian).
13. Szymendera SD. The radiation exposure compensation act (RECA): compensation related to exposure to radiation from weapons testing and uranium mining. CRS Report. 2015: 17 p. (Russian).
14. Ivanov AE, Kurshakova NN, Soloviev AI. Radiation lung cancer. Moscow. Medicine. 1990: 223 p. (Russian).
15. Mahlay TN, Burenin PI. About relation of cancer of trachea, bronchial tubes, lung with nonspecific lung diseases in uranium facility workers. BRM. 1983;3:35-40.
16. Manual on hygienic assessment of working environment and labor process factors. Criteria and classification of labor conditions. 1.11.2005: 161 p.

For citation: Galstyan IA, Kretov AS, Merzlikin LA, Vlasova IV, Bushmanov AYU, Udalov YUD. Possible Criteria of the Diagnosis of Occupational Lung Cancer in Workers of Uranium Mines. Medical Radiology and Radiation Safety. 2019;64(1):26-30. (Russian).

DOI: 10.12737/article_5c55fb303a76b7.90880128