

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ ШАХТЫ "НОВАЯ" НА СОДЕРЖАНИЕ СВИНЦА В КРОВИ И ШЕРСТИ КРЫС, А ТАКЖЕ НЕКОТОРЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СЕМЕННИКАХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ

THE INFLUENCE OF "NOVA" MINE RADIATION FACTORS ON BLOOD AND HAIR LEAD CONTENT OF RATS AND MORPHOLOGICAL CHANGES IN TESTICLES OF THE LAB ANIMALS

С.В. Берестенко*
S.V. Berestenko*

Днепропетровская государственная медицинская академия, кафедра урологии
Dnepropetrovsk State Medical Academy, Department of Urology

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: железоурановый рудник, радиация, свинец, семенники крыс, кровь, шерсть
KEYWORDS: iron-uranium mine, radiation, lead, rat testes, blood, fur

РЕЗЮМЕ: В статье приведены результаты исследования влияния условий железоуранового рудника на экспериментальных животных (крысы линии Вистар). Радиоактивный фактор представлен радоном-222, создающим основную дозу (около 80%) облучения, воздействующую на организм и вызывающую накопление морфологических изменений в семенниках экспериментальных крыс-самцов. Данное исследование показывает повышение содержания свинца в крови и шерсти животных и одновременное снижение относительной площади сперматид и гландулоцитов (клеток Лейдига) в семенниках крыс.

ABSTRACT: The article brings results of a research on the influence of an iron-uranium mine environment on lab animals (Wistar rats). Radon-222 forming the basic dose (nearly 80%) of raying that affects the organism and entails accumulation of morphological changes in testes of male rats under experiment represents the radioactive factor. This research shows how the lead content in animal blood and fur goes up simultaneously with reduction of relative area of spermatids and glandulocytes (Leidigie cells) in rat testes.

Введение

Добыча железной и урановой руды сопровождается накоплением в окружающей атмосфере разных

неблагоприятных факторов (высокие концентрации пыли с содержанием радиоактивного газа радона, тяжелые металлы и прочие) (Быховский, 1963; Белугина, 1976; Салтыков и др., 1984; Люлько и др., 1997; Луговский и др., 2001). Известно, что к основным радиационно-опасным факторам, которые формируют радиационную обстановку в шахтах, относится радиоактивное загрязнение рудничной атмосферы радоном-222 и дочерними продуктами его распада (ДПР) (Быховский, 1963; Салтыков и др., 1984; Луговский и др., 2001). В наблюдаемом городе в зоне влияния облучения находятся не только горняки, но и другие жители. Это объясняется загрязнением асфальтных дорог, скверов, детских садов и школ, а также жилых домов отходами шахтных пород, которое появилось вследствие нарушений радиоактивного контроля при застройке.

Основная доза облучения населения создается радоном и продуктами его распада. К продуктам распада радона-222 относятся: полоний-218, свинец-214, висмут-214, полоний-214 (Радиация..., 1990). Радон-222 и ДПР создают в среднем до 75-80% дозы облучения (Радиация..., 1990; Луговский и др., 2001). Одним из основных радионуклидов при распаде радона считают ^{214}Pb . Поэтому возникает вопрос о возможном накоплении свинца в организме людей (Скальный, Кудрин, 2000; Луговский и др., 2001), а также экспериментальных животных (крыс), которые контактируют с радиационными факторами окружающей среды. Существуют также работы, которые указывают на повышенное количество врожденных аномалий у детей, которые родились от отцов-шахтеров (Евсихина, 1986), а также экспе-

* Адрес для переписки:

Берестенко Сергей Валентинович
52210, Украина, Днепропетровская обл., г. Желтые Воды,
Капитальный пер. 1, СМСЧ-9; e-mail: urolog2004@ukr.net

риментальные исследования эмбриотоксического эффекта у потомства, полученного от самцов крыс, на которых воздействовали малые дозы ионизирующей радиации и химических веществ (Омельчук, 2000).

Целью работы являлся анализ содержимого свинца в крови и шерсти крыс, которые находились в железо-урановой шахте "Новая" и некоторых морфологических изменений в семенниках этих животных.

Материалы и методы исследований

Исследование проведено на половозрелых крысах-самцах линии Вистар. Животные находились в подземных условиях железурановой шахты "Новая" на железорудных горизонтах 685 (первая группа) и 755 метров (вторая группа), дробильно-сортировочного комплекса (четвертая группа). А также на поверхности в условиях фабрики по обогащению железной руды (третья группа). Животные опускались в шахту и размещались на рабочих местах шахтеров по 8 часов в сутки 5 дней неделю. Исследования проводились через 5 и 10 недель пребывания животных в условиях эксперимента, когда животных вводили в гексеналовый наркоз, проводили декапитацию, забор крови и шерсти для определения содержания свинца, а также забор материала тканей семенников для световой микроскопии. Содержание свинца в крови и шерсти определяли общепринятым методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии (ААС) на спектрофотометре ААС-30 фирмы Carl Zeiss (Германия) в лаборатории атомно-абсорбционной спектрофотометрии НИИ биологии Днепропетровского государственного университета (Люлько и др., 1997). Морфометрические исследования семенников проводили на кафедре патологической анатомии Днепропетровской медицинской академии (зав. – д.м.н, проф. И.С. Шпонька), используя метод определения относительной площади сперматид и клеток Лейдига, что наиболее адекватно отображает состояние структурно-функциональных характеристик данного органа (Люлько и др., 2002). Активность радона и дочерних продуктов его распада измерялась по стандартным методикам работниками пылегазохимической лаборатории ВостГОКа (нач. лаборатории В.П. Новодранов) на рабочих местах горняков.

Полученные данные обрабатывались с помощью ЭВМ, используя программный пакет STATISTICA для операционной системы Windows.

Результаты и обсуждение

Результаты исследований показали, что в воздухе горных выработок суммарная альфа-радиоактивность составляла на горизонте 685 м – 0,39-0,43 Бк/м³, на горизонте 755 м – 0,19-0,26 Бк/м³, в районе перегрузочного узла фабрики – 0,13-0,17 Бк/м³, а в условиях ДСК – 0,16-0,28 Бк/м³. При предельно допустимой концентрации 0,37 Бк/м³.

Объемная активность радона-222 составляла, соответственно, на 685 м – 710,03 Бк/м³; 755 м – 191,66 Бк/м³; на перегрузочном узле фабрики измерение не проводилось; на ДСК – 41,44 Бк/м³, при допустимом по нормативам уровне до 5,55×10⁴ Бк/м³.

Одним из основных практических ориентиров радонового влияния на организм является показатель эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона-222. Он составлял на 685 м – 1243-1358 Бк/м³; на 755 м – 318 Бк/м³; на фабрике – 46 Бк/м³; на ДСК – 145-38 Бк/м³, при ПДК 1100 Бк/м³. Для не урановых горнодобывающих предприятий этот показатель в воздухе составляет 50-100 Бк/м³ (Нормы..., 1988; Нормы..., 1997), но по некоторым литературным теоретическим расчетам – до 110 Бк/м³ (Луговский и др., 2001). Основные показатели радиационного состояния атмосферы в районе шахты "Новая" приведены в таблице 1.

Определенное влияние рудничные факторы оказывают на половые органы. Возникает вопрос о возможной связи между радиационными факторами рудничной атмосферы (табл.1) и повышенным уровнем свинца в крови, а также нарушением функции семенников экспериментальных животных (табл.2).

Исследование содержания свинца в крови и шерсти животных показали, что концентрация этого микроэлемента увеличивается с течением времени у крыс, которые находились как в подземных условиях шахты "Новая", так и на поверхности в условиях фабрики по обогащению железной руды. Так, если у интактных крыс (по данным литературы) содержание в крови Pb составляло 0,025 мкг/мл, или 0,29-0,34 мкг/мл, то в наших условиях через 5 и 10 недель эксперимента оно достоверно увеличивалось (Люлько и др., 1997, 2002). Через 5 недель от начала эксперимента уровень свинца в крови крыс первой группы колебался в пределах от 1,3 до 5,2 мкг/г; во второй группе – от 0,272 до 3,346 мкг/г; в третьей – от 0,115 до 8,231 мкг/г и от 1,2 до 3,6 мкг/г в четвертой. А через 10 недель в крови крыс содержание свинца колебалось в первой группе в пределах от

Таблица 1. Показатели радиационно-опасных факторов рудничной атмосферы шахты "Новая"

Факторы	685 м	755 м	Фабрика	ДСК	ПДК
ЭРОА радона Бк/м ³	1243-1358	318	46	145-38	1100
Радон Бк/м ³	710,03	191,66	Нет данных	41,44	5,55 × 10 ⁴
Суммарная α-активность Бк/м ³	0,39-0,43	0,19-0,26	0,13-0,17	0,16-0,28	0,37

Таблица 2. Результаты анализа содержания свинца в крови и шерсти (в мкг/г) (Люлько, 1997) и относительной площади сперматид и гландулоцитов (клеток Лейдига) в семенниках экспериментальных крыс (Люлько, 2002) ($n = 5$, $M \pm m$)

Показатель	Срок (неделя)	Шахта 685 м	Шахта 755 м	Фабрика	ДСК
Pb в крови	5	2,91 ± 1,62	1,87 ± 1,0	4,15 ± 3,10	2,11 ± 0,81
	10	5,37 ± 2,89	4,73 ± 2,69	6,13 ± 1,47	4,37 ± 0,95
Pb в шерсти	5	31,19 ± 9,26	29,28 ± 8,40	46,23 ± 12,44	35,48 ± 21,43
	10	106,21 ± 95,74	224,15 ± 89,07	192,51 ± 63,78	189,88 ± 11,37
Площадь сперматид	5	23,590 ± 0,117	23,018 ± 0,116	22,978 ± 0,120	22,664 ± 0,115
	10	22,342 ± 0,119	22,245 ± 0,114	22,065 ± 0,109	21,915 ± 0,110
Площадь гландулоцитов	5	6,808 ± 0,044	6,679 ± 0,048	6,743 ± 0,044	6,729 ± 0,045
	10	6,618 ± 0,045	6,526 ± 0,0046	6,576 ± 0,048	6,464 ± 0,055

2,34 до 8,29 мкг/г; во второй – от 2,26 до 22,8 мкг/г; в третьей – от 4,15 до 14,64 мкг/г; в четвертой – от 2,71 до 5,46 мкг/г. Это свидетельствует о накоплении свинца в крови крыс при пребывании их в условиях шахты "Новая" с течением времени.

В шерсти крыс через 5 недель пребывания в первой группе содержание свинца колебалось в пределах от 26,34 до 1023,3 мкг/г; во второй группе – от 90,0 до 338,3 мкг/г; в третьей – от 142,27 до 371,0 мкг/г; в четвертой – от 23,33 до 235,83 мкг/г. А через 10 недель содержание свинца в шерсти крыс в первой группе колебалось в пределах от 19,65 до 43,55 мкг/г; во второй – от 15,5 до 36,8 мкг/г; в третьей – от 25,33 до 56,60 мкг/г; в четвертой – от 18,2 до 72,2 мкг/г.

Оценивая достоверность результатов (табл.2), следует отметить, что t-тест Стьюдента во всех случаях изучения площади сперматид и площади гландулоцитов в семенниках показал уровень $p < 0,001$ (двухвыборочный критерий Колмогорова-Смирнова в этих группах так же показал $p < 0,001$) и только в группе животных, находившихся на шахте 685 м, через пять недель эксперимента – $p < 0,01$ (двухвыборочный критерий Колмогорова-Смирнова – $p > 0,05$). Данные уровня свинца в крови и шерсти экспериментальных крыс довольно переменчивы – $p > 0,05$, что связано с небольшим количеством исследований ($n = 5$), но даже эти данные показывают, что уровень свинца у всех животных через пять и десять недель эксперимента повышался. Из таблицы 2 мы видим, что с течением времени в радиационно-неблагоприятных условиях шахты "Новая" происходят определенные отрицательные изменения в крови и семенниках экспериментальных животных.

В семенных канальцах крыс первой группы, которые находились на горизонте 685 метров на протяжении 5 недель, на поперечных срезах определяются клеточные ассоциации, которые отражают различные стадии нормального сперматогенеза (рис. 1). Наряду с неизменными семенными канальцами определяются немногочисленные канальцы с атрофическими сперматогониями и сперматоцитами, представленные 1-2 слоями клеток. Однако полное

отсутствие сперматозоидов в просвете канальцев может свидетельствовать о нарушении конечных стадий сперматогенеза. В подкапсульных отделах отдельные семенные канальцы имеют 1-2 слоя атрофических клеток и большое количество оксифильной жидкости в просвете (при отсутствии сперматозоидов). Относительная площадь сперматид составляла $23,59 \pm 0,12$, что достоверно меньше, чем в контрольной группе ($p < 0,01$). Строма семенников не изменена, повсеместно встречаются отдельные интерстициальные клетки. Относительная площадь гландулоцитов (клеток Лейдига) достоверно не отличалась от контроля. Следует отметить утолщение стенок многих семенных канальцев.

Через 10 недель многие семенные канальцы имеют такое же строение, как и животные контрольной группы. Но во многих канальцах определяются существенные изменения, которые выражаются в утолщении их стенки, уменьшении количества и размеров сперматид, ядра которых слабо окрашены, границы клеток почти не определяются. В таких канальцах сперматоциты единичные, клетки Сертоли немногочисленные, а сперматозоиды или не определяются, или их очень мало. Определяется большое количество семенных канальцев, в которых клетки адлюминальных отделов (сперматиды и сперматоциты) мелкие (атрофические), их ядра небольших размеров и слабо окрашены. Морфометрический анализ относительной площади сперматид определил значительное уменьшение ее в сравнении с контрольной группой. Строма между семенными канальцами местами значительно выражена, чего не наблюдалось у животных, которые находились на шахте на протяжении 5 недель. В строении семенных канальцев определяются мелкие группы гландулоцитов (клеток Лейдига). Относительная плотность их также достоверно меньше ($p < 0,001$).

Таким образом, характерные изменения в семенных канальцах проявляются в атрофии клеток, которые принимают участие в сперматогенезе и, как результат, в нарушении образования сперматозоидов. У животных, которые находились на горизонте 685 м на протяжении 5 недель, в семенниках преобладали

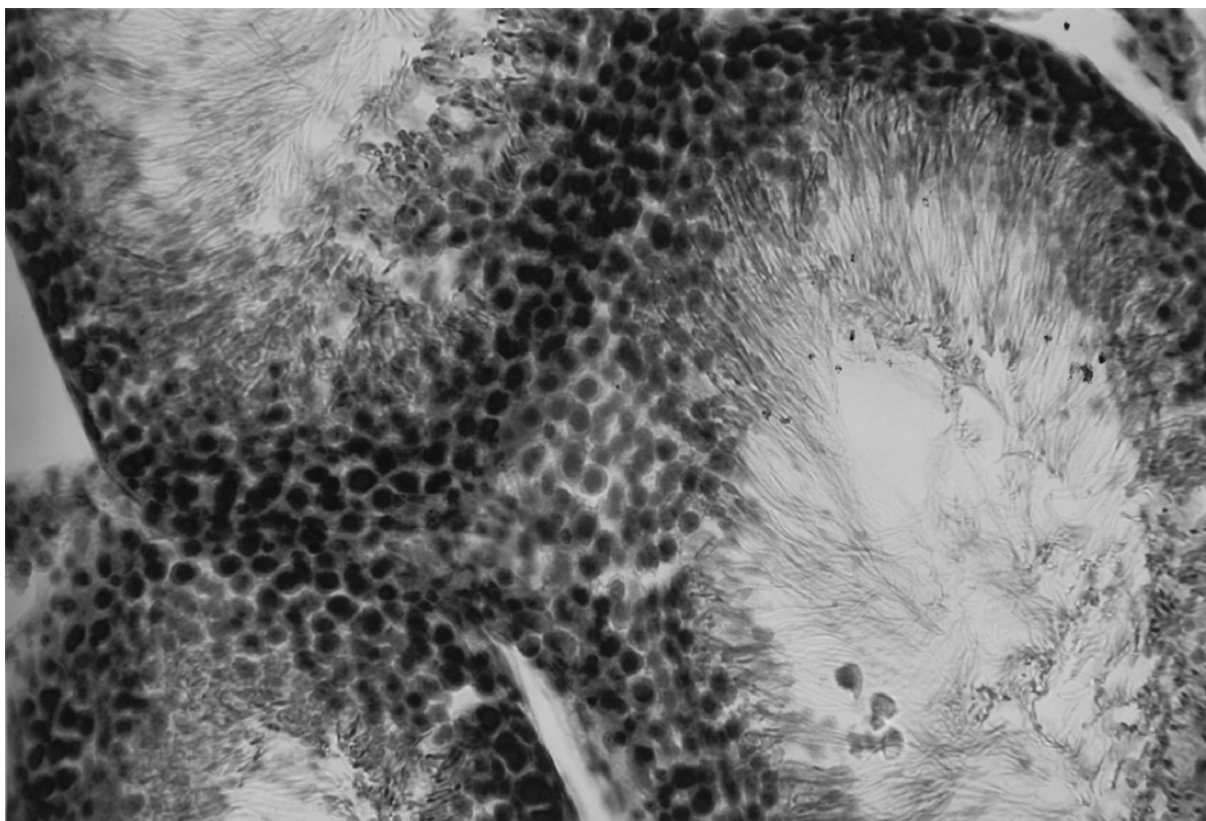


Рисунок 1. Семенник самца крысы. Канальцы с клетками нормального сперматогенеза. Ув. 400

признаки нормального сперматогенеза, но всегда определялись группы семенных канальцев со значительно выраженной атрофией клеток и нарушением образования сперматозоидов: от уменьшения количества до полного их отсутствия в просвете таких канальцев. У крыс, которые находились в шахте на протяжении 10 недель, наряду с неизменными семенными канальцами, чаще, чем у животных, которые находились в шахте 5 недель, определялись канальцы со значительной атрофией сперматогенного эпителия, нарушением их дифференцировки, дистрофией клеток адлюминальных отделов, что также сопровождалось значительным снижением плотности сперматид и количества зрелых сперматозоидов в просвете канальцев. У животных, которые находились на шахте на протяжении 10 недель, выраженность стромы между семенными канальцами была немного больше, чем у животных, которые находились на шахте на протяжении 5 недель, а также уменьшалась относительная площадь гландулоцитов (клеток Лейдига).

У крыс второй группы, которые находились в условиях горизонта 755 м шахты "Новая" на протяжении 5 недель, клеточный состав большинства семенных канальцев указывает на различные стадии нормального сперматогенеза. Определяются канальцы с уменьшенным количеством сперматогоний, либо с атрофией сперматогоний. Обнаружены канальцы с единичными клетками Сертоли. Клеточный состав большинства канальцев не изменен. Во всех отделах семенников обнаружены немногочисленные канальцы, в которых

эпителий представлен 2-3 слоями атрофических клеток с мелкими ядрами. Встречаются единичные канальцы, в которых адлюминальный слой клеток (преимущественно сперматиды на разных стадиях развития) очень широкий, поэтому просвет канальцев сужен (подобная картина у животных контрольной группы не встречалась). Очень редко встречаются канальцы со сперматоцитами первого порядка, которые разделились. В периферических зонах семенников определяются отдельные, небольших размеров канальцы, в которых сперматогонии представлены мелкими клетками с вытянутыми гиперхромными ядрами. Ближе к просвету размещены 1-2 слоя мелких круглых клеток со слабо окрашенными ядрами (измененная морфология клеток не позволяет их уверенно отнести ни к сперматоцитам, ни к сперматидам). В просвете таких канальцев сперматозоиды отсутствовали. Относительная площадь сперматид составила $23,02 \pm 0,12$ ($p < 0,001$). Обнаружена группа канальцев со значительно утолщенной базальной мембраной. В строме семенных канальцев размещены мелкие скопления гландулоцитов (клеток Лейдига), морфометрический анализ относительной площади которых обнаружил значительное уменьшение ее в сравнении с контролем ($p < 0,01$). Оболочка семенников не утолщена, ее сосуды полнокровные.

Через 10 недель эксперимента у крыс второй группы на глубине 755 м большинство семенных канальцев имели такой же клеточный состав, как у животных контрольной группы. Но во многих полях зрения обнаружены канальцы, в которых слою адлю-

минальных клеток (преимущественно сперматиды) имели слабо выраженные границы, ядра клеток очень слабо воспринимали краситель, а количество сперматозоидов в просвете была незначительной. Относительная площадь сперматид и гландулоцитов была достоверно ($p < 0,001$) меньшей в сравнении с контролем. Стромальный компонент семенников не изменен.

Таким образом, у крыс, которые находились в условиях шахты на глубине 755 м, в большинстве семенных канальцев встречаются клеточные ассоциации, которые отражают нормальный процесс сперматогенеза. Наряду с этим в семенных канальцах наблюдается атрофия сперматогенного эпителия. В канальцах с атрофичным эпителием количество секрета и сперматозоидов значительно снижено. Почти у половины экспериментальных животных как через 5 (рис.2), так и через 10 недель эксперимента (рис.3) обнаружено угнетение сперматогенеза, снижение относительной площади сперматид в сравнении с контрольной группой. Патологические изменения в паренхиме семенников имели очаговый характер, однако степень выраженности и распространенность были более значительными у крыс, которые находились в течение 10 недель в условиях шахты.

У крыс третьей группы, которые находились в условиях фабрики 5 недель, основное количество семенных канальцев имело такое же строение, как и у животных контроля: клеточные ассоциации отражают различные стадии неизмененного сперматогенеза.

В немногочисленных канальцах было или снижено, или повышено количество оксифильного секрета (у животных контрольной группы количество секрета в различных канальцах было приблизительно одинаковым). Слои клеток, граничащие с просветом канальцев, имели нечеткие контуры, ядра клеток мелкие и очень слабо окрашены. В просвете таких канальцев количество сперматозоидов было незначительным. Морфометрический анализ относительной площади сперматид обнаружил достоверное снижение ее в сравнении с контролем (табл. 2). Строма и ее сосудистый компонент не изменены. В просвете отдельных вен среди эритроцитов определялось повышение количества сегментоядерных лейкоцитов. Вероятность уменьшения плотности гландулоцитов, в сравнении с контролем, не выявлено (табл. 2).

Через 10 недель у крыс третьей группы морфологическая картина паренхимы не отличалась от животных контрольной группы. Но во многих полях зрения определялось небольшое количество канальцев со следующими изменениями: сперматогонии представлены атрофическими клетками, которые имеют мелкие гиперхромные ядра округлой или выпуклой формы (последнее не наблюдалось в контроле).

В семенниках животных наряду с большинством неизмененных канальцев определялись канальцы с преимущественно очаговыми нарушениями в слоях сперматогенного эпителия: атрофия отмечалась в сперматогониях, сперматоцитах и сперматидах и сопровождалась не только значительным уменьше-

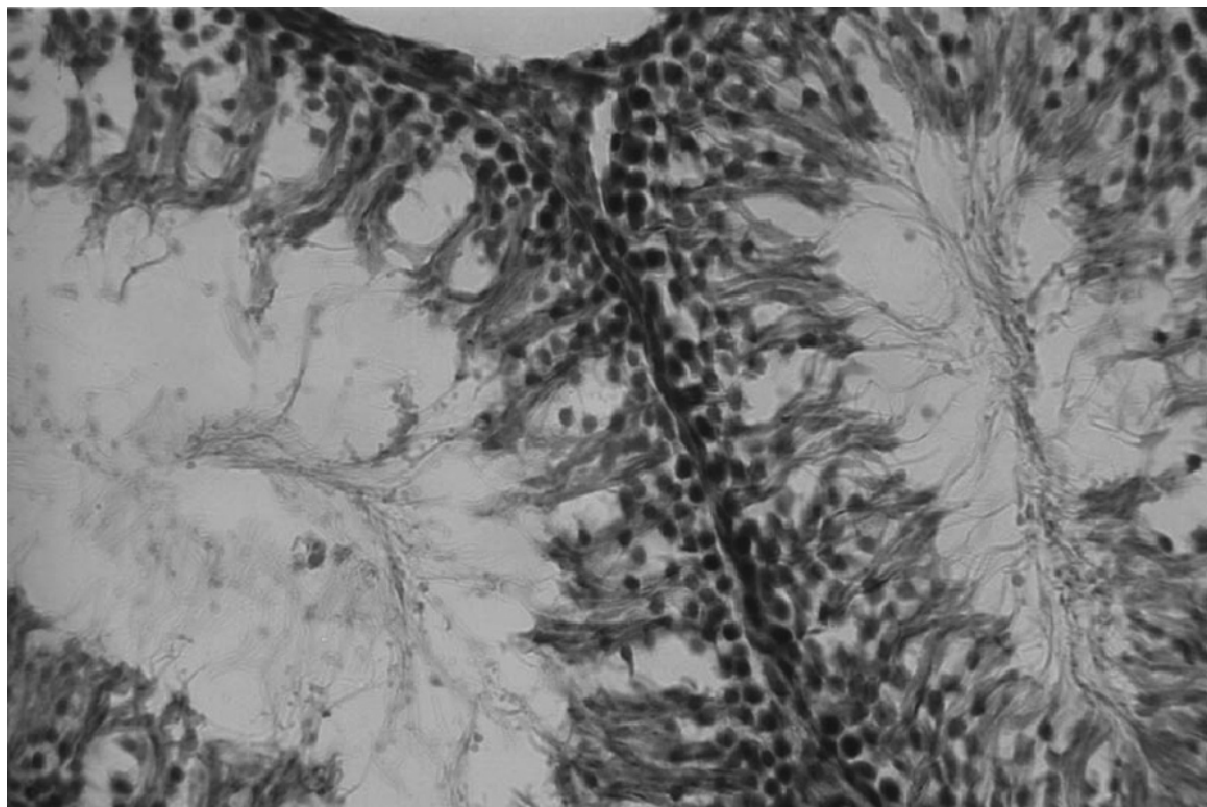


Рисунок 2. Семенник самца крысы через 5 недель пребывания в шахте. Значительно уменьшено количество клеток, очаговые явления атрофии сперматогенного эпителия. Ув. 400

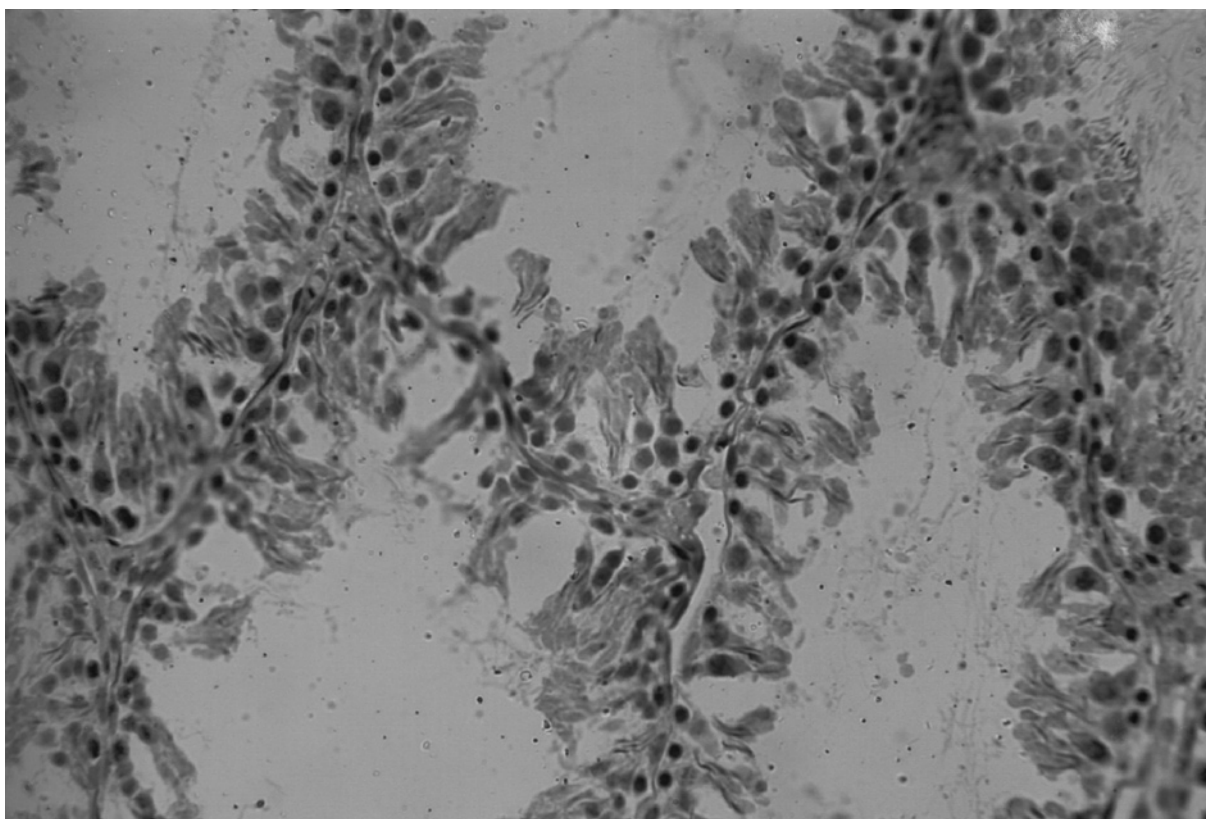


Рисунок 3. Семенник самца крысы через 10 недель пребывания в шахте. Выраженная атрофия всех слоев сперматогенного эпителия. Ув. 400

нием клеток и их ядер, но и заметным уменьшением числа клеток и их слоев, поэтому в этих отделах часто не удавалось определить стадию мейоза клеток (рис.2). Характерно, что в канальцах с описанными изменениями количество секрета и сперматозоидов были незначительными. Морфометрический анализ относительной площади сперматид и гландулоцитов обнаружил достоверное уменьшение ее в сравнении с контролем (табл.2). Строма семенников не изменена.

Таким образом, в качестве характерного явления в семенниках крыс, которые находились в условиях фабрики по обогащению железной руды на шахте "Новая", необходимо отметить атрофию сперматогенного эпителия и, как следствие, снижение количества зрелых форм сперматозоидов в просвете канальцев. Через 5 недель эти изменения определялись в эпителии адлюминальных отделов, а через 10 недель атрофия прослеживалась во всех слоях сперматогенного эпителия и была более выраженной, чем через 5 недель, но не была диффузной и сопровождалась значительным уменьшением количества секрета и сперматозоидов в просвете канальцев. Часто изменения клеток адлюминальных отделов были настолько значительными, что было невозможно определить стадию мейоза этих клеток.

У крыс четвертой группы, которые находились в условиях дробильно-сортировочного комплекса шахты на протяжении 5 недель, паренхима большинства семенных канальцев не изменена. Лишь в единичных

канальцах, размещенных в периферических отделах семенников, обнаружено уменьшение количества секрета, уменьшение размера клеток во всех слоях, особенно в клетках, находящихся возле просвета канальцев. В просвете этих канальцев количество сперматозоидов уменьшено. Эти небольшие изменения встречались не во всех полях зрения, имели умеренно выраженный характер. Морфометрический анализ выявил достоверное уменьшение площади сперматид в сравнении с контролем (табл.2), а также незначительное уменьшение относительной площади гландулоцитов. Белочная оболочка и базальная мембрана семенных канальцев не утолщены. В подкапсульных отделах семенников местами значительно выражен стромальный компонент (на стыке 3-4 смежных канальцев), чего не было в животных предыдущих групп. Строма семенников не изменена.

В семенниках крыс четвертой группы, которые находились в условиях дробильно-сортировочного комплекса шахты на протяжении 10 недель, паренхима большинства семенных канальцев не изменена. Только в подкапсульных отделах семенников часто определялись небольшие группы семенных канальцев, в которых определялись либо густой секрет, либо его полное отсутствие, а также атрофия сперматогенного эпителия и уменьшение его клеточных слоев до двух-трех. В просвете таких канальцев количество зрелых форм сперматозоидов было заметно снижено в сравнении с размещенными рядом канальцами с неизменным сперматогенным

эпителием. Относительная плотность сперматид была самой низкой как в сравнении с контролем, так и с вышеописанными группами (табл.2). Строма семенников очагово выражена больше, чем в контрольной группе, а относительная площадь glanduloцитов была меньшей, чем в контроле.

Таким образом, у животных, которые находились 5 недель в условиях дробильно-сортировочного комплекса шахты, в семенных канальцах обнаруженные патологические изменения не имели диффузного характера и заключались в слабо или умеренно выраженной атрофии сперматогенного эпителия в немногочисленных канальцах (преимущественно в подкапсульных отделах семенников), снижении числа сперматозоидов и уменьшении количества секрета в просвете этих канальцев. Изменения стромы были слабо выраженными, очаговыми. В семенниках крыс, которые находились 10 недель в условиях дробильно-сортировочного комплекса шахты, определялись почти такие же изменения, как и у крыс после 5 недель эксперимента на данном участке, но они были более выраженными. Кроме того, наблюдалось существенное изменение количества и плотности секрета в канальцах.

Таким образом, влияние комплекса вредных факторов железоурановой шахты (пыль железной и комплексной руд, радон-222 и продукты его распада, альфа- и гамма- облучение и др.) приводят к повышению концентрации свинца в крови и шерсти экспериментальных животных (рис.4 и рис.5), вызывает значительные изменения как в общем состоянии животных, так и приводит к морфологическим изменениям в семенниках, которые проявляются атрофическими и дегенеративно-дистрофическими изменениями не только сперматогенного эпителия и клеток Сертоли, но и glanduloцитов (клеток Лейдига). Эти морфологические нарушения в семенниках являются достоверным доказательством патологического влияния комплекса производственных

факторов железоурановой шахты на генеративную функцию крыс.

Выводы

1.Рудничная атмосфера в местах пребывания экспериментальных животных на шахте "Новая" содержит неблагоприятный радиационный фактор, представленный радоном-222 и дочерними продуктами его распада.

2.Под влиянием радиационного и других неблагоприятных факторов с течением времени в крови и шерсти экспериментальных животных увеличивается содержание свинца, а в семенниках уменьшается как относительная площадь сперматид, так и относительная площадь glanduloцитов (клеток Лейдига).

3.Дистрофические и атрофические изменения сперматогенного эпителия семенников выявлены во всех четырех группах животных, которые находились на разных участках железоурановой шахты.

Литература

- Белугина Р.Н. 1976. Эпидемиологическое исследование смертности горнорабочих на одном из железоурановых рудников: Дис... канд. мед. наук. Желтые Воды-Москва. 279 с.
- Быховский А.В. 1963. Гигиенические вопросы при подземной разработке урановых руд. Г.: Медгиз. 332 с.
- Евсихина Л.Н. 1986. Состояние здоровья детей горнорабочих на одном из железоурановых рудников: Дис... канд. мед. наук. Желтые Воды, Москва. 226 с.
- Луговский С.П., Беднарк О.М., Кривошей Л.О. 2001. Радиційні фактори рудничної атмосфери шахт Кривбасу та їх вплив на вміст свинцю у крові гірників зі стажем // Медичні перспективи. Т.VI. № 2. С.104-108.
- Льюлюк О.В., Стусь В.П., Берестенко С.В. 1997. Вплив шкідливих факторів гірничовидобувної промисловості

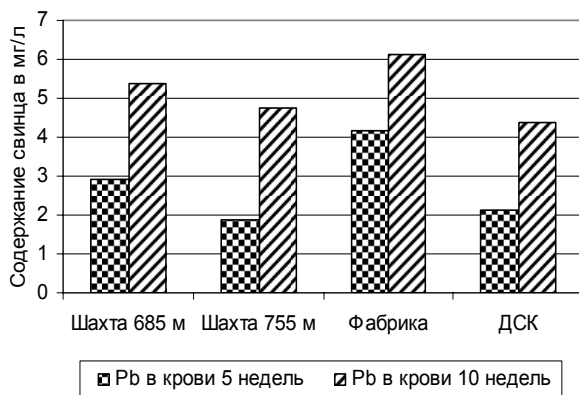


Рисунок 4. Содержание свинца в крови экспериментальных животных (крысы линии Вистар) через 5 и 10 недель пребывания в железоурановой шахте (мг/л, средние величины)

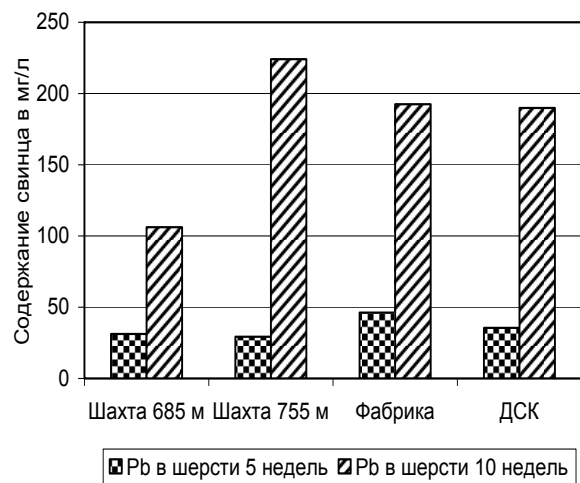


Рисунок 5. Содержание свинца в шерсти экспериментальных животных (крысы линии Вистар) через 5 и 10 недель пребывания в железоурановой шахте (мг/л, средние величины)

- на статеву систему експериментальних тварин // Медичні перспективи. Т.ІІ. № 1. С.14-20.
- Люлько О.В., Стусь В.П., Берестенко С.В., Шпонька І.С., Дорохова О.В. 2002. Морфометрична характеристика сім'яників експериментальних тварин при дії шкідливих факторів гірничодобувної промисловості // Урологія. № 3. С.90-97.
- Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). 1997. // Державні гігієнічні нормативи. Київ. 121 с.
- Нормы радиационной безопасности НРБ-76/87 и Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и вторыми источниками ионизирующих излучений ОСП-72/87. 1988. М.: Энергоатомиздат. 160 с.
- Омельчук С.Т., Бардов В.Г., Карпенко Н.А., Ларьяновская Ю.Б., Алесина М.Ю. 2000. Эмбриотоксический эффект у потомства, полученного от самцов крыс, подвергнутых субхроническому действию малых доз ионизирующей радиации и фосфорорганических пестицидов // Окружающая среда и здоровье. № 3(14). С.16-20.
- Радиация. Дозы, эффекты, риск: Пер. с англ. М.: Мир. 1990. 79 с.
- Салтыков Л.Д., Шалаев И.Л., Лебедев Ю.А. 1984. Радиоактивная безопасность при разведке и добыче урановых руд. М.: Энергоатомиздат. 144 с.
- Скальный А.В., Кудрин А.В. 2000. Радиация, микроэлементы, антиоксиданты и иммунитет (микроэлементы и антиоксиданты в восстановлении здоровья ликвидаторов аварии на ЧАЭС). М.: Лир Макет. 421 с.