

С.С.Шорин

Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова  
(E-mail: s\_s\_bgf@list.ru)

## Факторы окружающей среды промышленных городов, ухудшающие здоровье населения, и пути их решения

В статье рассмотрены проблемы экотоксикологии, в частности, изменения гонад при острой и подострой интоксикации промышленной пылью. Отмечено, что пыль сложного химического состава г. Темиртау обладает мутагенным эффектом, зависящим от времени воздействия. Авторами приведены данные экспериментальных исследований, доказывающие, что хронические и острые экзогенные интоксикации промышленных химических соединений оказывают прямое и опосредованное влияние на функцию гонад. Определено, что изучаемая пыль г.Темиртау вызывает умеренно выраженные изменения сперматогенеза экспериментальных животных по сравнению с контрольными и нарушение морфологического состояния сперматозоидов.

*Ключевые слова:* пыль, тяжелые металлы, гонада, интоксикация, сперматогенез, генетическое разнообразие, популяция, мутагенное.

Город Темиртау, расположенный на левобережье р. Нуры, в 35 км к северо-западу от г. Караганды, был образован в 1945 г. Ранее на этом месте находился рабочий поселок Самарканд, построенный во время строительства металлургического завода. Население города — это дети и внуки тех, кто строил завод, мигранты со всей территории бывшего Советского Союза. Такой состав населения характерен и для многих других промышленных городов Республики Казахстан. Территория города занимает 0,3 тыс. км<sup>2</sup>. По числу жителей Темиртау занимает второе место в области после г. Караганды. Плотность населения в среднем составляет 591,7 [1]. В настоящее время это крупный индустриальный город с развитой инфраструктурой, на территории которого функционирует сложный индустриальный комплекс, представленный базовыми отраслями — черной металлургией, химической, текстильной промышленностью, производством неметаллических продуктов (коксохимическое производство, производство минеральных удобрений, химических растворителей). Основная часть населения занята на данных предприятиях, что, несомненно, сказывается на их здоровье, а возможно, и на здоровье новорожденных.

Анализ литературы показывает, что одним из показателей экологического состояния популяции является частота врожденных пороков развития среди новорожденных [2, 3]. Предполагают, что это связано с большим вкладом в причины их проявления мутагенных и тератогенных факторов окружающей среды, достаточно высокой частотой встречаемости и простотой диагностики, без больших экономических затрат.

По данным ВОЗ частота врожденных пороков развития (ВПР) в разных странах колеблется от 0,27 до 7,5 % среди новорожденных, 10–25 % — среди умерших в перинатальном периоде, 70–80 % — спонтанных абортусов. На территории России и других стран СНГ частота рождений детей с врожденными пороками также значительно изменяется — от 4 до 50 (‰) врожденных аномалий на 1000 живорождений [4].

В Республике Казахстан, по данным Национального генетического регистра (НГР), частота пороков развития среди новорожденных составляет порядка 14 ‰, среди мертворожденных каждый десятый — из-за ВПР. Такие значительные колебания частоты встречаемости различных аномалий связаны, с одной стороны, с использованием разными авторами различных классификаций ВПР, с другой — с уровнем медицинской помощи беременным женщинам, а также со степенью развития служб по выявлению пороков. Так, например, чем выше медицинская помощь беременным (следовательно, будет ниже смертность новорожденных от асфиксии, родовых травм, инфекций и т.д.) и чем лучше развиты службы по контролю за проявлением патологии, тем выше будут количество и доля выявленных врожденных пороков [5].

В г. Темиртау можно прогнозировать взаимодействие двух противоположных факторов: с одной стороны, большое генетическое разнообразие популяции, что, по мнению многих исследователей [6–8], положительно сказывается на здоровье потомства; с другой стороны, высокое развитие про-

мышленных предприятий, выбросы которых оказывают отрицательное влияние на здоровье населения.

За период с 1999 по 2005 гг. в г. Темиртау зарегистрировано 72 случая врожденных пороков развития строгого учета (ВПР СУ), что составило 6,42 ‰. По отдельным годам происходили колебания частоты врожденных аномалий — от 3,49 ‰ в 2005 г. до 11,49 ‰ в 2002 г. (рис.).

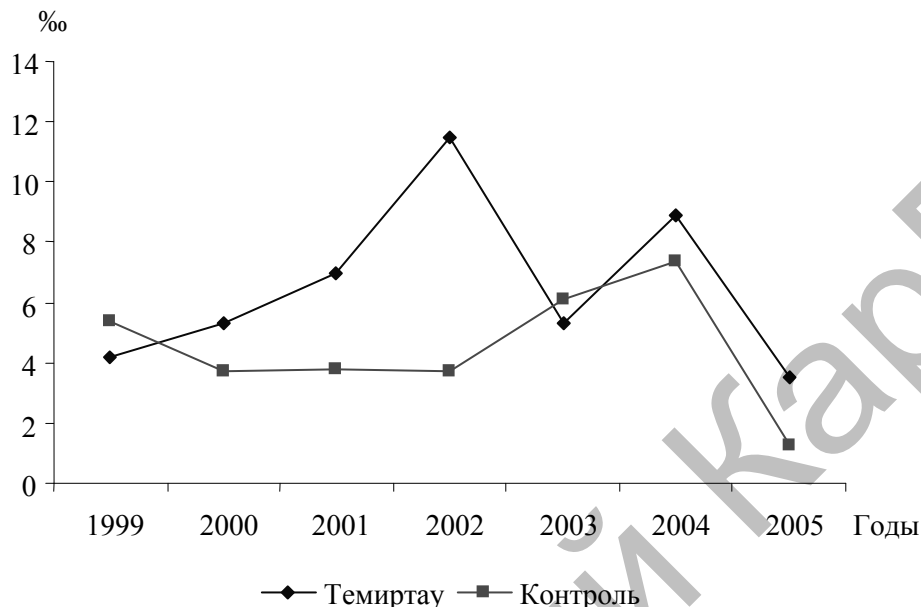


Рисунок. Частота врожденной патологии у новорожденных в динамике

В целом за изученный период в г. Темиртау дети с ВПР СУ рождались в 1,4 раза чаще, чем в контрольном районе. В разные годы наблюдения частота рождения детей с ВПР была различной. Так, в 2002 г. детей с врожденной патологией в г. Темиртау родилось в 3 раза больше, чем за аналогичный период в контрольном районе.

Всего за период с 1999 по 2005 гг. в Юго-Восточной районе г. Караганды (контрольный район) было зарегистрировано 44 случая ВПР (4,45 ‰), динамика частоты — от 1,26 ‰ в 2005 г. до 7,39 ‰ в 2004 г. (максимальная частота почти в 6 раз больше минимальной).

Наибольшая разница между частотами ВПР по изученным районам обнаружена в 2002 г. — 11,49 ‰ в темиртауской популяции и 3,7 ‰ в контрольном районе (в Темиртау в 3 раза чаще). Таким образом, на основе анализа динамики частоты ВПР СУ можно предположить, что в г. Темиртау более интенсивно, чем в контрольном районе действуют какие-либо мутагенные или тератогенные факторы.

#### *Материалы и методы исследования*

Согласно поставленной цели и задачам для выявления влияния городской пыли на генетический статус был проведен эксперимент на лабораторных животных. Эксперимент проводился краткосрочный — в течение 3-х дней и более длительный — в течение 70 дней (ПДК пыли в дозе 50 мг/м<sup>3</sup>).

Наиболее распространенным методом изучения мутагенной активности на лабораторных животных является цитогенетический анализ клеток соматической ткани, который был проведен в клетках костного мозга. Поскольку костный мозг представляет собой гетерогенную популяцию клеток, целесообразно с помощью этого объекта изучать мутагенность факторов, а не механизмы поврежденных [9]. Метафазный анализ хромосом костного мозга проводился по методу Форда и Воллама [10] в модификации И.Шарипова [11].

Для оценки мутагенности использовался микроядерный тест в полихроматофильных эритроцитах экспериментальных животных [12]. Микроядра представляют собой фрагменты хромосом или целые хромосомы, не включенные в состав ядра в ходе митотического деления клетки. Как правило, образование микроядер провоцируется веществами, вызывающими разрывы хромосом (кластогенные эффекты), и токсикантами, повреждающими белки митотического веретена.

В исследовании использован эпидемиологический подход, который включал ретроспективный учет ВПР по данным областного Национального генетического регистра г. Караганды за период с 1999 по 2005 гг. На каждого ребенка во всех родовспомогательных учреждениях области заполнялась персональная карта (ПКР). Информация, содержащаяся в данной карте, была внесена в компьютерную базу данных. Всего за данный период в г. Темиртау было проанализировано 11213 историй родов. Полученные данные сравнивались с контрольным районом. В качестве контрольного района был взят один из наиболее чистых районов г. Караганды — Юго-Восток. В контрольном районе за изучаемый период было зарегистрировано 9880 родов.

При анализе структуры врожденных пороков нами была использована адаптированная классификация врожденных пороков развития строгого учета, однозначно диагностируемых врачами любой квалификации [13].

Вычислены частота ВПР по годам исследования и средняя частота за изученный период. Частоту врожденных пороков развития считали в промилле (‰) на 1000 рождений.

Для обоснования приведенных данных о заболеваемости населения и выявления фактор-компонентов, действующих на их ухудшение, взяты анализы почвенных покровов, пыли. Проведен ряд экспериментов.

Проведен эксперимент на 42 животных (сроком 2 месяца) по запылению пылью сложного химического состава воздушной среды (г. Темиртау). Интратрахеально затравлено 38 животных пылью сложного химического состава (г. Темиртау). Срок эксперимента 70 дней. Данным животным проводились микроядерный тест, как скрининговый метод выявления мутагенной нагрузки, и тест «открытое поле», с целью выявления нейрофизиологических особенностей поведения животных при воздействии пыли сложного химического состава.

Т а б л и ц а 1

**Показатели массы тела, мышечной силы лабораторных животных (в граммах) и теста «открытое поле» при воздействии пыли в дозе 50 мг/мл (интратрахеально) г. Темиртау без добавки**

Группы	Масса тела	Мышечная сила	Локомоции	Стойки	Груминг	Центр	Болносы
До запыления	210,8±13,2	3,9±0,12	27,5±6,2	5,2±0,9	4,3±0,6	0,16±0,2	0,83±0,16
Контроль (n = 6)	220,2±8,2	3,1±0,91	20,5±2,5	3,0±0,3	6,5±0,7	0,80±0,3	0,30±0,10
2 недели							
Опыт (n = 6)	221,7±9,8	3,2±0,23	30,0±5,6	6,0±2,5*	3,8±1,2*	0,66±0,4	0,50±0,22
Контроль (n = 6)	232,2±9,25	3,3±0,91	21,7±2,9	3,4±0,9	6,1±0,9	0,74±0,5	0,10±0,10
4 недели							
Опыт (n = 6)	174,2±32,5*	3,1±0,29	13,8±3,1	1,7±0,4	1,2±0,5*	0	0,50±0,34
Контроль (n = 6)	270,4±5,6	4,8±1,30	18,1±3,7	1,1±0,4	3,4±0,5	0,41±0,1	0,40±0,10
6 недель							
Опыт (n = 6)	245,8±11,3*	2,9±0,26	13,0±2,2	0,8±0,5	1,0±0,8*	0,16±0,2	0,66±0,21
Контроль (n = 6)	311,5±10,3	4,4±1,30	8,1±1,7	0,7±0,1	3,3±0,5	0,55±0,2	0,50±0,10
8 недель							
Опыт (n = 5)	216,0±15,6*	2,8±0,17*	9,0±4,0*	1,2±0,7	1,2±0,4	0,6±0,4	0,4±0,24
Контроль (n = 6)	330,7±7,7	5,0±2,10	17,4±3,6	0,8±0,1	2,4±0,2	0,50±0,4	0,50±0,10

Примечание. \* —  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$  по сравнению с контролем.

Показатели массы тела, мышечной силы лабораторных животных (в граммах) и теста «открытое поле» при воздействии пыли в дозе 50 мг/мл (интратрахеально) без добавки представлены в таблице 2.

При 70-дневном интратрахеальном затравлении лабораторных животных пылью сложного химического состава (г. Темиртау) в дозе 50 мг/мл были выявлены изменения физиологических показателей исследуемых животных. Анализируя весовой показатель при данной дозе запыления, можно отметить в опытной группе его возрастание в первые 2 недели эксперимента и снижение данного показателя на 4 неделе. К 6-й неделе весовой показатель повышается на 16,5 % по сравнению с первоначальным показателем. К концу эксперимента весовой показатель снижается и достигает практически первоначальных значений. В контрольной группе на протяжении всего эксперимента отмечается равномерное повышение весового показателя. С 4-й недели эксперимента отмечаются достоверно значимые изменения данного показателя ( $p < 0,01$ ) в опытной группе по сравнению с контролем.

(табл. 2). В соответствии с таблицей можно отметить, что в опытной группе в первые 2 недели эксперимента наблюдается тенденция к снижению мышечной силы, которое отмечается на протяжении всего эксперимента.

Т а б л и ц а 2

**Показатели массы тела, мышечной силы лабораторных животных (в граммах) и теста «открытое поле» при воздействии пыли в дозе 50 мг/мл (интратрахеально) г. Темиртау с добавкой**

Группы	Масса тела	Мышечная сила	Локомоции	Стойки	Грумминг	Центр	Болюсы
До запыления	228,3±15,7	3,9±0,24	33,2±4,5	4,2±1,1	3,2±0,7	0,33±0,2	1,83±0,54
Контроль (n = 6)	220,2±8,2	3,1±0,91	20,5±2,5	3,0±0,3	6,5±0,7	0,80±0,3	0,30±0,10
2 недели							
Опыт (n = 6)	241,0±14,9	3,6±0,43	29,2±3,3	4,8±1,7	3,4±1,2**	0,40±0,4	1,20±0,80**
Контроль (n = 6)	232,2±9,25	3,3±0,91	21,7±2,9	3,4±0,9	6,1±0,9	0,74±0,5	0,10±0,10
4 недели							
Опыт (n = 5)	255,0±13,2	4,3±0,62	13,3±4,4	1,3±0,5	1,5±0,3	0,25±0,3	0,25±0,30
Контроль (n = 6)	270,4±5,6	4,8±1,30	18,1±3,7	1,1±0,4	3,4±0,5	0,41±0,1	0,40±0,10
6 недель							
Опыт (n = 4)	262,5±12,5*	3,8±0,20	9,75±5,5	2,0±1,2	2,0±1,1	0,50±0,3	0,75±0,25
Контроль (n = 6)	311,5±10,3	4,4±1,30	8,1±1,7	0,7±0,1	3,3±0,5	0,55±0,2	0,50±0,10
8 недель							
Опыт (n = 4)	265,0±22,2**	3,3±0,33	7,5±2,9	2,0±0,2	0,3±0,3	0	1,5±0,64
Контроль (n = 6)	330,7±7,7	5,0±2,10	17,4±3,6	0,8±0,1	2,4±0,2	0,50±0,4	0,50±0,10

Примечание. \* —  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$  по сравнению с контролем.

В контрольной группе наблюдалось постепенное физиологическое наращивание мышечной силы. Разница между сравниваемыми группами по показателю мышечной силы достоверна ( $p < 0,05$ ). До запыления животные показывали достаточно высокий уровень ОИР при минимальных выражениях вегетативных реакций, говорящих об устойчивом типе ВНД с подвижными нервными процессами.

С момента запыления в опытной группе практически все показатели теста «открытое поле» стали явно снижаться. Так, локомоция экспериментальных животных к концу эксперимента достоверно уменьшилась, почти в 2 раза по сравнению с контрольной группой. «Стойки» опытной группы во второй половине эксперимента достоверно снизились по сравнению с первоначальными показателями в 4,2 раза. Данное снижение показателей говорит об уменьшении двигательной активности подопытных животных, как горизонтальной, так и вертикальной, под воздействием отравляющего агента и снижения исследовательского поведения животных. В контрольной группе также отмечается по месяцам снижение данного показателя, но в меньшей степени, чем в опытной группе. Также можно отметить, что «груминг» и «болюсы», как критерии эмоциональной реактивности, на протяжении всего эксперимента изменялись. Показатель «груминг» начал достоверно снижаться с четвертой недели эксперимента. К концу эксперимента данный показатель в контроле превышал в 2 раза опытный показатель. Показатель же «болюсов» в начале опыта снизился в обеих группах. В динамике количество «болюсов» в контрольной группе стало нарастать, в то время как в опытной группе оставалось на приблизительно одинаковых показателях в течение всего эксперимента. К концу эксперимента разница в сравниваемых группах по данному показателю является недостоверной.

Вторую опытную группу, интратрахеально затравленную пылью сложного химического состава г. Темиртау, составили животные, получающие пищевую добавку «свекольные таблетки». В результате проведенных исследований были получены следующие данные. На протяжении всего эксперимента отмечалось достоверное повышение весового показателя как в опытной, так и в контрольной группах ( $p < 0,05$ ). По показателю мышечной силы отмечается незначительное снижение ко 2-й неделе эксперимента в опытной группе, с дальнейшим увеличением к 4-й неделе. К концу эксперимента данный показатель снизился на 15 % по сравнению с первоначальными данными. Различия между сравниваемыми опытной и контрольной группами были достоверными на протяжении второй половины эксперимента ( $p < 0,05$ ).

При проведении теста «открытое поле» в данной опытной группе были получены следующие результаты. Двигательная активность подопытных животных на протяжении всего эксперимента сни-

жалась как в опытной, так и в контрольной группах ( $p < 0,05$ ). Данное снижение показателей говорит о снижении двигательной активности подопытных животных, как горизонтальной, так и вертикальной групп, под воздействием отравляющего агента и снижении исследовательского поведения животных. Также можно отметить, что «груминг» и «болюсы» как критерии эмоциональной реактивности на протяжении всего эксперимента изменялись. Показатель «груминг» начал достоверно снижаться с четвертой недели эксперимента. К концу эксперимента данный показатель в контроле превышал почти в 8 раз опытный показатель. Показатель же «болюсов» в начале опыта снизился в обеих группах. Затем в процессе затравления количество «болюсов» в опытной группе стало нарастать, в то время как в контрольной группе оставалось на приблизительно одном уровне. С 6-й недели разница в сравниваемых группах по данному показателю является достоверной ( $p < 0,01$ ).

*Результаты исследования и их обсуждение*

Таким образом, анализируя данные общетоксических показателей при воздействии пыли в дозе 50 мг/мл, можно отметить достоверно значимое снижение веса и мышечной силы животных к концу эксперимента в обеих опытных группах. Более выраженные изменения общетоксических показателей отмечались в группе подопытных животных, не получающих пищевую добавку. Изменения, выявленные при проведении теста «открытое поле», можно интерпретировать как результат интоксикации нервной системы подопытных животных, вызванной воздействием пыли сложного химического состава.

В ходе проведенного эксперимента были интратрахеально затравлены животные (15 крыс) пылью сложного химического состава сроком 3 дня. Время разжижения сперматозоидов в среднем составило 15 минут. В таблице 3 представлены показатели спермограммы экспериментальных животных, подвергавшихся интратрахеальной затравке пылью г. Темиртау (ПДК 50 мг/мл).

Т а б л и ц а 3

**Количество сперматозоидов у экспериментальных животных, затравленных пылью г. Темиртау (ПДК = 50 мг/мл)**

Группы	Активные сперматозоиды, %	Малоподвижные сперматозоиды, %	Неподвижные сперматозоиды, %	Количество в 1 мл суспензии
Контроль ( $n = 6$ )	35,8±2,45	11,6±0,91	38,0±1,10	27,9±1,17
Опыт ( $n = 15$ )	24,25±2,36*	23,4±2,59*	52,38±3,35*	49,9±2,68*

*Примечание.* \* — достоверность с контролем  $p < 0,01$ .

Как видно из таблицы, количество подвижных сперматозоидов в опытной группе при воздействии полиметаллической пыли г. Темиртау было достоверно снижено до 24,25±2,36 % ( $p < 0,01$ ) по сравнению с контрольной группой — 35,8±2,45 %, количество малоподвижных сперматозоидов в опытной группе, наоборот, достоверно увеличивалось до 23,4 ± 2,59 % ( $p < 0,01$ ) по сравнению с контролем — 11,6±0,91 %.

При анализе общего количества неподвижных сперматозоидов выявлено достоверное увеличение в опытной группе до 52,38±3,35 % по сравнению с контролем — 38,0±1,10 %. При подсчете количества сперматозоидов в 1 мл суспензии наблюдалось повышение их до 49,9±2,68 усл. ед. ( $p < 0,001$ ) у опытных животных, а в контроле составляло 27,9±1,17.

Подтверждением данных адаптационных реакций выступает анализ морфологических форм сперматозоидов (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

**Патологические формы сперматозоидов**

Показатели	Аномалии головки	Аномалии шейки	Аномалии хвоста
Контроль ( $n = 6$ )	14,0±4,68	2,0±0,86	7,0±1,46
Опыт ( $n = 15$ )	26,8±2,72*	5,6±1,68*	18,8±2,3**

*Примечание.* \* — достоверность с контролем  $p < 0,05$ ; \*\* — достоверность с контролем  $p < 0,01$ .

Анализ морфологических форм в контрольной группе показал, что аномалии головок, шейки и хвоста не наблюдается. Лишь в единичном случае встречались сперматозоиды с макроголовкой. У экспериментальных животных, подвергавшихся воздействию пыли сложного химического состава (г. Темиртау, ПДК=50 мг/мл), исследование морфологических форм показало, что в мазках встречается выраженное количество с макроголовкой, повышенное количество лейкоцитов, очень часто встречаются формы с петлеобразными хвостами. Также встречаются сперматозоиды, у которых сросшиеся хвост и шейка в виде восьмерки. Выявлено незначительное количество сперматозоидов с удвоенным хвостом.

Таким образом, у опытных животных, подвергавшихся интратрахеальной заправке пылью сложного химического состава, возрастает количество неподвижных сперматозоидов и снижается количество активных сперматозоидов. Морфологический анализ микроскопических препаратов-мазков суспензии сперматозоидов выявил увеличение патологических форм — возрастают аномалии головки и хвоста.

В ходе проведенного эксперимента были ингаляционно затравлены животные — 6 крыс (опытная группа 1) пылью сложного химического состава г. Темиртау (ПДК 0,50 мг/м<sup>3</sup>) сроком 70 дней с пищевой добавкой в рационе (свекольные таблетки) и 6 крыс (опытная группа 2) при аналогичных условиях, но лишенных пищевой добавки (табл. 5).

Т а б л и ц а 5

## Функциональная активность сперматозоидов

Показатели	Активные	%	Малоподвижные	%	Неподвижные	%
Контроль ( $n = 6$ )	35,8±2,45	64,5±3,6	11,6±0,91	20,7±0,95	8,4±1,75	15,0±2,9
Опытная группа 1 ( $n = 6$ )	11,0±4,69**	30,4±0,12**	8,5±2,92	26,5±0,40*	13,75±5,2*	43,1±0,97**
Опытная группа 2 ( $n = 6$ )	7,33±2,16***	18,9±0,55***	11,0±4,4	24,5±0,16**	28,3±1,45**	56,6±0,71***

Примечание. \* — достоверность с контролем  $p < 0,05$ ; \*\* — достоверность с контролем  $p < 0,01$ ; \*\*\* — достоверность с контролем  $p < 0,001$ .

Как видно из таблицы 5, количество активных сперматозоидов было достоверно снижено в 1-й опытной группе животных, получавших БАД, — 30,4±0,12 % ( $p < 0,01$ ), по сравнению с контролем — 64,5±3,6 %. У крыс, не получавших БАД (2 опытная группа), количество активных сперматозоидов снизилось в более выраженной степени — до 18,9±0,55 % ( $p < 0,001$ ).

Количество малоподвижных сперматозоидов увеличивается в 1 группе животных, употреблявших БАД, — 26,5±0,40 % по сравнению с контролем — 20,7±0,40 %, также повышалось у 2-й опытной группы животных, не употреблявших дополнительного к рациону питания — 24,5±0,16 %.

При анализе количества неподвижных сперматозоидов наблюдается достоверное увеличение во 2-й опытной группе (без БАД) до 28,3±1,45 усл. ед. ( $p < 0,01$ ) по сравнению с 1-й опытной группой (с БАД) — 13,75±5,2 усл. ед., что также достоверно превышало контрольные показатели — 8,4±1,75 усл. ед. Процент неподвижных сперматозоидов в группе животных без употребления БАД превышал контрольные значения на 41,6 %, а в группе животных с БАД — на 13,5 %. В 1-й опытной группе разница с контролем составила 28,1 %.

Таким образом, при анализе кинезисграммы наблюдается повышение количества неподвижных сперматозоидов у животных, получавших БАД (свекольные таблетки), и еще значительно возрастало их число у животных, не получавших добавку, по сравнению со здоровыми животными. В группе, где была применена добавка, мы можем свидетельствовать о гипокинетических процессах, а у животных в группе, не получавших добавку, — о преобладании акинезиса.

В таблице 6 представлены показатели функционального состояния семенников. Количество сперматозоидов в 1 мл спермы достоверно уменьшается у животных 1-й опытной группы до 16,6±0,53 ( $p < 0,05$ ), у 2-й — до 21,83±0,8, по сравнению со здоровыми животными — 27,9±1,17.

Вес семенников аналогично достоверно уменьшается у 1-й опытной группы до 0,976±0,16 мг ( $p < 0,01$ ), чем у второй опытной группы — до 1,126±0,12 мг ( $p < 0,05$ ), по сравнению с контрольной группой, где он составлял 1,314±0,43 мг. Возможно, в связи с этим количество сперматогоний и соответственно сперматозоидов, способных к оплодотворению, невелико. Размеры семенников также снижены в обеих опытных группах (1,77±0,92 см и 1,6±0,17 см), по сравнению со здоровыми крысами — 1,82±0,42.

Т а б л и ц а 6

## Показатели функционального состояния семенников крыс

Показатели	Контрольная группа (n = 6)	1-я опытная группа (n = 6)	2-я опытная группа (n = 6)
Вес семенников (мг)	1,31±0,43	0,98±0,16**	1,126±0,12*
Размер семенников (см)	1,82±0,42	1,77±0,92	1,6±0,17
Количество в 1 мл	27,9±1,17	16,6±0,53*	21,83±0,80

Примечание. \* — достоверность различий с контролем  $p < 0,05$ ; \*\* — достоверность различий с контролем  $p < 0,01$ .

По данным морфологического анализа (табл. 7) у животных во 2-й опытной группе выявленные аномалии головки сперматозоидов составили 23,0±0,49 усл. ед. ( $p < 0,01$ ), что достоверно превышало контрольные значения (14,0±0,47 усл. ед.), а в 1-й опытной группе количество патологических форм головок сперматозоидов находилось в пределах нормы (12,5±0,41 усл. ед.).

Т а б л и ц а 7

## Показатели морфологического анализа семенников крыс

Показатели	Контрольная группа (n = 6)	1-я опытная группа (n = 6)	2-я опытная группа (n = 6)
Аномалии головки	14,0±0,47	12,5±0,41	23,0±0,49**
Аномалии шейки	2,0±0,86	6,66±0,32**	4,0±0,31**
Аномалии хвоста	7,0±1,46	14,75±0,20**	13,0±0,71*

Примечание. \* — достоверность различий с контролем  $p < 0,05$ ; \*\* — достоверность различий с контролем  $p < 0,01$ .

Случаи выявления аномалии шейки в 1-й и 2-й опытных группах составили соответственно 6,66±0,32 ( $p < 0,001$ ) и 4,0±0,31 усл. ед. ( $p < 0,01$ ), по сравнению с контрольными показателями — 2,0±0,86 усл. ед. Анализ морфологических форм аномалии хвостов сперматозоидов показал, что в обеих опытных группах показатели достоверно превышали контроль на 7,75 и 6,0 усл. ед. соответственно. Следовательно, морфологическая характеристика патологических форм ухудшалась у опытных животных в большей степени, чем у здоровых крыс. Получение пищевой добавки корректировало данные нарушения, и показатели были несколько лучше у экспериментальных животных 1-й опытной группы.

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать заключение, что у экспериментальных животных, не получавших БАД, процессы сперматогенеза были более выраженными по сравнению с группой животных, у которых в рационе присутствовала пищевая добавка. Выявлено, что по сравнению с контрольными значениями у обеих исследуемых групп значения были достоверно ниже по всем показателям, что свидетельствует о нарушении функции сперматогенеза.

Проведенные исследования показали, что один из биомаркеров риска в возникновении экологически обусловленной патологии — нарушения цитогенетической стабильности.

В настоящее время существует ряд цитогенетических методов, выявляющих нестабильность генома и оценивающих влияние мутагенных факторов внешней среды при популяционных исследованиях. Изучение aberrаций хромосом остается одним из важнейших критериев загрязнений окружающей среды мутагенами. К данному времени накопилась обширная литература о действии химических веществ на наследственность разных экспериментальных объектов. Экспериментально-генетические работы по индуцированному мутагенезу под влиянием физических факторов, особенно ионизирующей радиации, химических и биологических мутагенов на разных объектах, в том числе клетках человека с разными типами мутаций, позволяют экстраполировать основные выводы на человека.

Мутагенный эффект изучаемой пыли г. Темиртау был выявлен на основании микроядерного теста и определения хромосомных aberrаций в костном мозге лабораторных животных. Результаты исследования показали, что у экспериментальных животных отмечаются повышенный уровень микроядер и частота хромосомных aberrаций. Среди хромосомных aberrаций преобладают поломки хроматидного типа, что характерно для химического мутагенеза. Выявлена зависимость мутагенного эффекта изучаемой пыли от времени воздействия и приема пищевой добавки.

На основе данных проведенных экспериментальных исследований доказано, что хронические и острые экзогенные интоксикации промышленных химических соединений оказывают прямое и опосредованное влияние на репродуктивную функцию.

средованное влияние на функцию гонад. Изучаемая пыль г.Темиртау вызывает умеренно выраженные изменения сперматогенеза экспериментальных животных по сравнению с контрольными животными и нарушение морфологического состояния сперматозоидов.

Анализ кинезисграммы показал рост неподвижных сперматозоидов у животных, получавших БАД (свекольные таблетки), еще больший — у животных, не получавших добавку (по сравнению со здоровыми животными), подвергавшихся запылению пылью сложного химического состава (г. Темиртау). В группе, где была применена добавка, мы можем свидетельствовать о гипокинетических процессах, а у животных в группе, не получавших добавку, — о преобладании акинезиса. Большой глубине опустошения подвержены зрелые отделы сперматогенных клеток (количество сперматид и сперматозоидов). Мутагенные факторы, индуцирующие генетические нарушения, вызывают аномалии в строении сперматозоидов, более выраженные при длительном запылении полиметаллической пылью сложного химического состава.

#### Выводы

1. Анализ общетоксических показателей при воздействии пыли в дозе 50 мг/мл показал достоверно значимое снижение веса и мышечной силы животных к концу эксперимента в обеих опытных группах, что является результатом интоксикации нервной системы подопытных.

2. Пыль сложного химического состава г. Темиртау обладает мутагенным эффектом, зависящим от времени воздействия: при длительном влиянии (70-дневном) нарушения более выраженные. Мутагенное действие изучаемой пыли может быть скорректировано приемом пищевых добавок.

3. При увеличении срока воздействия и дозы неблагоприятного фактора (пыль г. Темиртау, 70 дней запыления) отмечаются снижение подвижности и повышение числа патологических форм сперматозоидов, что свидетельствует о нарушении сперматогенной функции экспериментальных животных.

4. Согласно проведенному эксперименту биомаркером риска при развитии химически обусловленной патологии является генетическая нестабильность: увеличение микроядерного теста, возрастание частоты хромосомных aberrаций, преобладание поломок хроматидного типа.

5. В исследуемых районах наблюдается тенденция к увеличению частоты врожденных аномалий среди новорожденных. Структура врожденных пороков развития в изучаемых районах отличается: в г. Темиртау в спектре врожденной патологии первое место занимают расщелины губы и неба (2,85 ‰), а в контрольном районе — синдром Дауна (1,11 ‰).

#### Список литературы

- 1 Кузьмина Л.П., Тарасов А.А., Хайбуллина А.З. Клинико-биохимические изменения при воздействии производственных стресс-факторов у шахтеров-угольщиков // Медицина труда и пром. экология. — 2001. — № 8. — С. 42–45.
- 2 Паранько Н.М., Белицкая Э.Н., Землякова Т.Д. и др. Роль тяжелых металлов в возникновении репродуктивных нарушений // Гигиена и санитария. — 2002. — № 1. — С. 28–30.
- 3 Осипов А.И., Азизова О.А., Владимиров Ю.А. Активные формы кислорода и их роль в патологии // Успехи биол. химии. — 1990. — № 1. — С. 180–208.
- 4 Kita T., Ishii K., Yokode M. et al. The role oxidized low density lipoprotein in the pathogenesis.
- 5 Дубинина Е.Е. Роль АФК в качестве сигнальных молекул в метаболизме тканей при состоянии окислительного стресса // Вопросы мед. химии. — 2001. — Т. 7, № 6. — С. 561–581.
- 6 Шорин С.С. Некоторые аспекты загрязнения окружающей среды // Сан. гиг. — № 1–3. — С. 6.
- 7 www.rambler.ru
- 8 Измеров Н.Ф. Индустриализация и ее последствия для здоровья работающих // Гигиена и санитария. — 1992. — № 4. — С. 11–18.
- 9 Милишников В.В., Филимонова М.Н., Лоцилов Ю.А. Патогенетические механизмы формирования воспалительно-деструктивных и фиброзных процессов при пылевых заболеваниях легких // Гигиена труда и проф. заболевания. — 1988. — № 1. — С. 5–8.
- 10 Величковский Б.Т. Проблема профессиональных и экологически обусловленных заболеваний органов дыхания // Гигиена и санитария. — 1992. — № 4. — С. 46–49.
- 11 Абушахманова А.А. Гормонально-метаболические проявления пылевых заболеваний бронхолегочной системы // Медицина и экология. — 1999. — № 2. — С. 6–8.
- 12 Величковский Б.Т., Фишман Б.Б. Каталитические свойства пыли как критерий ее профессиональной опасности // Гигиена и санитария. — 2000. — № 3. — С. 25–28.
- 13 Heppleston A.G. Prevalence and pathogenesis of pneumoconiosis in coal workers // Environ. Health Perspect. — 1988. — Vol. 78. — P. 159–170.

С.С.Шорин

### Өндірісті қалалардың тұрғындардың денсаулығына зиян келтіретін факторлар және оларды болдырмау жолдары

Мақалада экотоксикология мәселелері қарастырылған, атап айтқанда, еңқосалқының қысқа және ұзақ мерзімді өндіріс тозаңдарымен уланғандағы өзгерісі. Теміртау қаласының күрделі химиялық құрамды тозаңы әсер ету мерзіміне байланысты мутагенді болып табылады. Жүргізілген зерттеу нәтижелері өндірістік көп компонентті химиялық тозаңдармен ұзақ және қысқа мерзімді улан барысында еңқосалқыға тура және жанама әсер беретіні дәлелденген. Теміртау қаласының тозаңы эксперименталды жануарлардың еңқосалқысында бақылау тобымен салыстырғанда сперматогенездің анық өзгеріске ұшырағанын және сперматозоидтардың морфологиялық күйінің бұзылғанын көрсетті.

S.S.Shorin

### The factors of environment of industrial cities are deteriorative health of population and way their decision

The problems of ecotoxicology are considered in the article, in particular, changes of gonads during sharp and subsharp intoxication by an industrial dust. The dust of difficult chemical composition of г.Теміртау possesses a mutagene effect depending on time of influence. From data of undertaken experimental studies it is well-proven that chronic and sharp exogenous intoxications of industrial compounds render direct and mediated influence on the function of gonads. The studied dust of г.Теміртау causes the mildly expressed changes of сперматогенеза of experimental animals as compared to control animals and violation morphological the state of spermatozoa.

#### References

- 1 Kuzmina L.P., Tarasov A.A., Khaibullina A.Z. *Work medicine and prom. ecology*, 2001, 8, p. 42–45.
- 2 Paranko N.M., Belitskaya E.N., Zemlyakova T.D. et al. *Hygiene and sanitation*, 2002, 1, p. 28–30.
- 3 Osipov A.I., Azizova O.A., Vladimirov Yu.A. *Advances biol. himii*, 1990, 1, p. 180–208.
- 4 Kita T., Ishii K., Yokode M. et al. *The role oxidized low density lipoprotein in the pathogenesis*.
- 5 Dubinina E.E. *Questions medits. himii*, 2001, 7, 6, p. 561–581.
- 6 Shorin S.S. *San. Gig.*, 1–3, p. 6.
- 7 [www.rambler.ru.health](http://www.rambler.ru.health).
- 8 Izmerov N.F. *Hygiene and sanitation*, 1992, 4, p. 11–18.
- 9 Milishnikova V.V., Filimonova M.N., Loshchilov Yu.A. *Occupational and prof. zabolovaniya*, 1988, 1, p. 5–8.
- 10 Velichkovski B.T. *Hygiene and sanitation*, 1992, 4, p. 46–49.
- 11 Abushahmanova A.A. *Medicine and Ecology*, 1999, 2, p. 6–8.
- 12 Velichkovski B.T., Fishman B.B. *Hygiene and sanitation*, 2000, 3, p. 25–28.
- 13 Heppleston A.G. *Environ. Health Perspect.*, 1988, 78, p. 159–170.