

# ЭРИТРОЦИТЫ КАК МОДЕЛЬ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ЭРИТРОНА В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СЕРОСОДЕРЖАЩЕГО ГАЗА НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ПОСТНАТАЛЬНОГО ОНТОГЕНЕЗА

ERYTHROCYTES AS A MODEL FOR STUDYING THE STATE ERYTHRONE SYSTEM UNDER INFLUENCE OF EXPERIMENTAL SOUR GAS AT DIFFERENT STAGES POSTNATAL ONTOGENESIS

*O. Ovsyannikova*

*Summary.* The study presents data on the state of erythrocytes morphofunctional final link in erythrone system in experimental exposure to sub-toxic doses of sulfur-containing gaseous pollutants, on the stages of ontogeny of experimental animals that correspond to child, adult and old age person. The findings suggest that the effects of sulfur pollutants leads to a profound disturbance of erythropoiesis processes, resulting in marked artificial «aging» erythrone system as a consequence of the deterioration of the conditions of its functioning.

*Keywords:* erythrone system, erythropoiesis, sulfur dioxide, rats.

**Овсянникова Ольга Александровна**

Астраханский государственный медицинский университет  
ovolga.a@yandex.ru

*Аннотация.* В исследовании приведены данные о морфофункциональном состоянии эритроцитов как конечном звене в системе эритрона в условиях экспериментального воздействия субтоксических доз газообразных серосодержащих поллютантов, на тех этапах онтогенеза экспериментальных животных, которые соответствуют детскому, взрослому и пожилому возрасту человека. Полученные данные свидетельствуют, что воздействие серосодержащих поллютантов приводит к глубокому нарушению процессов эритропоэза, в результате чего отмечается искусственное «старение» системы эритрона как следствие ухудшения условий его функционирования.

*Ключевые слова:* система эритрона, эритропоэз, серосодержащий газ, крысы.

**Н**ачиная с 80-х годов прошлого века, в Астраханском регионе ведутся исследования загрязнений атмосферного воздуха и их воздействия на здоровье населения. В первую очередь, проводился глубокий и всесторонний анализ гигиенических аспектов освоения Астраханского газоконденсатного месторождения (АГКМ), который включал в себя подробную оценку негативного влияния его выбросов на окружающую среду. Детально изучался состав газообразных технологических выбросов, а также особенности их влияния на организм человека и животных, характер клинических проявлений у лиц, работающих на данном производстве. По результатам долговременных исследований проведена оценка риска развития экологически обусловленных болезней, возникновению которых содействуют серосодержащие поллютанты, присутствующие в технологических выбросах АГКМ [1,2,3].

Клиническая практика исследования реологических свойств эритроцитов позволила обнаружить существенное их ухудшение в условиях определенных патологических состояний, в том числе при влиянии серосодержащих токсинов [11,9,10].

При сравнительном анализе альтерирующего влияния газообразных серосодержащих поллютантов АГКМ и сероводорода на организм и его морфофункциональные системы прослеживается значительная схожесть повреждающего действия. Лидирующей точкой воздействия можно считать окислительно-восстановительные процессы в биологических мембранах и митохондриях клеток, которые относятся к эритроидному ряду красного костного мозга и циркулирующим эритроцитам крови.

Целью нашего исследования явилось изучение влияния субтоксических концентраций серосодержащих поллютантов на морфофункциональное состояние эритроцитов, как конечное звено в системе эритрона на неполовозрелом, зрелом и старческом этапах постнатального развития экспериментальных животных.

## Материалы и методы исследований

Эксперимент проведен на 75 белых беспородных крысах-самцах. Были сформированы группы трех видов: I. контрольные; II. подвергающиеся воздействию серо-

Таблица 1. Периодизация возраста экспериментальных животных и онтогенеза человека

Лабораторные крысы, сут.	Человек
Неполовозрелый (6–36)	Детский
Зрелый (300–330)	Взрослый
Старческий (700–730)	Пожилой возраст

содержащих поллютантов. Каждый вид состоял из трех групп по 10 особей в каждой, животные в которых находились на тех же этапах индивидуального развития, что и люди на протяжении постнатального онтогенеза (таблица 1). Группа II подвергалась воздействию газообразных серосодержащих поллютантов в тот момент, когда животные в них имели возраст: неполовозрелые — от 6 до 36 суток, зрелые — от 300 до 330 суток и старческого возраста — от 700 до 730 суток.

Таблица 1 построена по данным, приведенным в работах [4,5]

В качестве токсиканта использован природный пластовый дегидратированный газ АГКМ, который получили из установки «У-121», куда он поступал из скважины № 17.

В ходе эксперимента была применена концентрация природного газа в газозоолюксной смеси, находящейся в камере, составляющая  $90 \pm 3$  мг/м<sup>3</sup> при измерении по сероводороду. Для измерения концентрации газа в затравочной камере Курляндского были использованы трубки фирмы «Auer» (Германия). Необходимо отметить, что данная величина при одновременном наличии углеводородов больше ПДК сероводорода для рабочих территорий газохимических производств в 30 раз.

Эксперимент (затравку серосодержащим газом) осуществляли, применяя статический метод, в осенне-зимние периоды по 4 часа в день. В течение 30 дней в камере содержали 5 особей одновременно, кроме воскресенья, с 10 до 14 часов, соблюдая температурный режим в пределах  $+22 \pm 2$  °С. В процессе эксперимента относительная влажность повышалась с  $53 \pm 4$  до  $66 \pm 6$ %.

В процессе эксперимента были учтены требования к его условиям и необходимой концентрации газа, отраженные в издании «Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных» (приказ МЗ РФ № 267 от 19.06.2003) [7].

В качестве контрольных исследовались крысы аналогичных экспериментальным возрастным групп, которые по 5 особей в течение 30 дней находились в герметически закрытой затравочной камере такое же время и в тех же условиях, что и опытные, но без присутствия серосодержащего газа.

После окончания эксперимента животные опытных и контрольных возрастных групп выводились из опыта путем передозировки эфирного наркоза. Затем забирали материал (кровь) для сравнительного изучения.

Исследовались форма и количество эритроцитов в периферической крови, забираемой из хвостовой вены крысы. С этой целью готовились окрашенные мазки крови по стандартной методике и использовалась методика подсчета количества эритроцитов с помощью камеры Горяева. Статистическую обработку материалов осуществляли с помощью утилиты OpenOffice Calc из свободно распространяемого программного продукта OpenOffice.

#### Результаты исследований и их обсуждение

Форма эритроцитов представляет собой пластичную характеристику и находится в зависимости от возраста экспериментального животного, а также от особого действия серосодержащих газообразных поллютантов, о чем свидетельствует морфологическое изучение эритроцитов периферической крови у крыс. Примечательно, что чем старше животное, тем больше встречается макро- и микроцитов, деформированных и деструктивных форм эритроцитов.

Определено, что количество эритроцитов в периферической крови находится в зависимости от стадии онтогенеза объекта исследования, а также от контакта с вредностями специфического характера. Несмотря на то, что тенденция к падению с возрастом содержания эритроцитов у контрольных особей статистически недостоверна, тем не менее, она проявляется.

В контрольных группах животных содержание нормоцитов в крови составляет: неполовозрелые —  $72,8 \pm 1,7$ %, зрелые —  $68,3 \pm 1,4$ %, старческие —  $66,2 \pm 1,3$ %.

Воздействие газообразных серосодержащих поллютантов значительно усугубляет данную негативную динамику морфологической картины красной периферической крови, как бы искусственно «старя» ее. Причем, чем старше объект воздействия токсиканта, тем больше в красной крови встречается нестандартных по величине форм эритроцитов деформированных и деструктивных форм.

Таблица 2. Количество эритроцитов в периферической крови контрольных и экспериментальных животных, млн/мкл ( $M \pm m$ )

Этап онтогенеза	Контроль	p	Газ
Неполовозрелый	$8,3 \pm 0,2$	$< 0,05$	$7,7 \pm 0,2$
Зрелый	$8,2 \pm 0,1$	$< 0,01$	$7,3 \pm 0,1$
Старческий	$7,9 \pm 0,2$	$< 0,01$	$7,0 \pm 0,2$

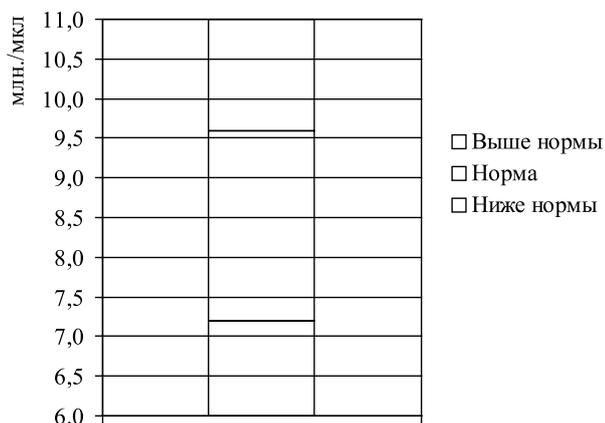


Рис. 1. Нормативы и фактическое содержание эритроцитов у неполовозрелых контрольных и экспериментальных животных

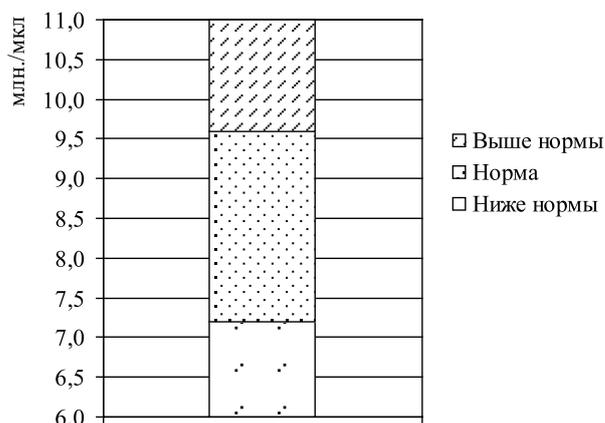


Рис. 2. Нормативы и фактическое содержание эритроцитов на зрелом этапе онтогенеза у контрольных и экспериментальных животных

Результаты определения числа эритроцитов в периферической крови особей контрольных и подвергнутых воздействию газообразных серосодержащих поллютантов изложены в таблице 2, а аналогичные данные по сравнению со стандартной нормой по содержанию эритроцитов у подопытных показаны на рисунках 1–3.

Примечательно, что в области нижней половины нормы находится содержание эритроцитов в периферической крови у контрольных особей, пребывающих на всех исследуемых стадиях онтогенеза, что говорит, хотя и не прямо о наличии экологического неблагополучия в г. Астрахани как месте их экспозиции.

На содержание эритроцитов в периферической крови у экспериментальных животных существенно воздействуют газообразные серосодержащие поллютанты. Понижение представленного показателя у крыс, так же, как и в контроле, в зависимости от этапа онтогенеза статистически недостоверно.

Одновременно с этим спад содержания эритроцитов у экспериментальных особей по сравнению с контрольными статистически достоверен. В возрастных группах старческого и зрелого этапов онтогенеза данное снижение даже высокодостоверно ( $p < 0,01$ ).

Сопоставление результатов, полученных в исследовании, со среднестатистической нормой (рис. 1–3) говорит о том, что с увеличением возраста контакт с характерными токсикантами газохимического производства приводит к тому, что среднеарифметическое значение рассматриваемого показателя подходит к нижней границе нормы.

На зрелом этапе онтогенеза уже у опытных животных содержание эритроцитов в периферической крови с учетом среднеквадратической ошибки падает до нижней границы среднестатистической нормы.

В данном исследовании было выявлено, что суммирующий вектор названных процессов обуславливает возникновение эритропении как реакцию на воздействие токсиканта. Представляется весьма обоснованным мнение о том, что значительное количество поступивших в периферическую кровь, но не вполне созревших эритроцитов могут быть, так или иначе, функционально неполноценными. Такой предположение подтверждается существованием в периферической крови экспериментальных животных большого числа деструктивных форм эритроцитов.

Проведенные исследования четко продемонстрировали, что внешнее воздействие субтоксическими концентрациями газообразных серосодержащих пол-

лютантов приводит к статистически достоверной эритропении. Причем, если на неполовозрелом и зрелом этапах онтогенеза экспериментальных животных такое уменьшение количества эритроцитов не выходит за пределы возрастных норм, то в старческом возрасте зафиксировано падение ниже возрастной нормы. Вероятно, такая значительная токсическая эритропения свидетельствует о невозможности адекватного ответа системы эритрона на воздействие поллютантов в результате возрастного истощения.

Полученные данные свидетельствуют, что воздействие субтоксических концентраций газообразных серосодержащих поллютантов приводит к глубокому нарушению процессов эритропоэза. Это проявляется статистически достоверным снижением количества эритроцитов в периферической крови, приводящим к значительной эритропении на всех изучаемых этапах онтогенеза, которая в старческом периоде выходит за нижний предел возрастной нормы. Следовательно, результатом воздействия субтоксических концентраций газообразных серосодержащих пол-

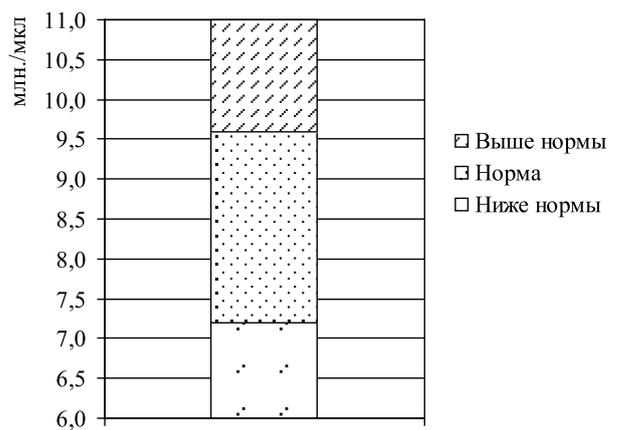


Рис. 3. Нормативы и фактическое содержание эритроцитов у контрольных и экспериментальных крыс на старческом этапе онтогенеза

лютантов является искусственное «старение» системы эритрона в результате ухудшения условий его функционирования.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Асфандияров, Р. И. Острые отравления серосодержащими газами / Р. И. Асфандияров, В. Н. Бучин, А. Е. Лазыко, А. А. Резаев // Астрахань: АГМА, 1995. — 156 с.
- Богданов, Н. А. Санитарно-гигиеническое состояние территории Астрахани: химическое загрязнение / Н. А. Богданов, Е. Л. Николаевская, Л. Н. Морозова, Л. Ю. Чуйкова, Ю. С. Чуйков // Астрахань: Нижневолжский экоцентр института географии РАН НПП «Эколого-аналитический центр», 2011. — 201 с.
- Бойко, В. И. Гигиенические аспекты освоения Астраханского газоконденсатного месторождения [Текст] / В. И. Бойко, В. Н. Салько, М. П. Евдошенко // Медико-биологические аспекты экологических проблем Астраханского газового комплекса: тезисы докладов областной научно-практической конференции (г. Астрахань, 23–25 ноября 1989 г.). — Астрахань: Каспий, 1989. — С. 3–7.
- Гелашвили О. А. Вариант периодизации биологически сходных стадий онтогенеза человека и крысы / Саратовский научно-медицинский журнал. — 2008. — т. 22. — № 4. — С. 125–126.
- Западнюк И. П. Лабораторные животные [Текст] / И. П. Западнюк, В. И. Западнюк, Е. А. Захария // Киев: «Вища школа». — 1983. — 381 с.
- Позднякова, О. Н. Особенности ранней динамики активности каталазы и степени перекисного гемолиза эритроцитов в крови животных, адаптированных к холоду [Текст] / О. Н. Позднякова, Л. А. Просина // Естественные науки: журнал фундаментальных и прикладных исследований. — 2007. — № 1. — С. 74–78.
- Приказ Минздрава РФ от 19.06.2003 № 267 «Об утверждении правил лабораторной практики» // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. — 2003. — № 42. — С. 27–36.
- Теплый, Д. Д. Особенности морфофизиологических показателей эритроцитов белых крыс на этапах онтогенеза в норме и при оксидативном стрессе: автореферат дис. ... канд. биол. наук / Д. Д. Теплый. — Астрахань, 2011. — 21 с.
- Эсаулова Т. А. Особенности формирования экологически обусловленной патологии у работников крупного газоперерабатывающего производства: профилактика, реабилитация: дис. ... доктора мед. наук. / Т. А. Эсаулова. — Астрахань, 2009. — 283 с
- Ярошинская, А. П. Функционально-морфологическое состояние плазмы крови и эритроцитов человека в юношеском, взрослом и зрелом возрастах в норме и в условиях воздействия серосодержащих поллютантов: автореферат дис. ... доктора биол. наук / А. П. Ярошинская. — Астрахань, 2011. — 34 с.
- Ярыга, В. В. Изучение эритроцитов и гемоглобина в диспансерных группах с высоким риском возникновения профпатологии на АГПЗ [Текст] / В. В. Ярыга // Труды АГМА: мат-лы научных исследований по основным направлениям вуза. — Астрахань: МИГ, 1996. — Т. IV (XXVIII). — С. 34–36.

© Овсянникова Ольга Александровна ( ovalga.a@yandex.ru )

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»