

## ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ НА СОСТОЯНИЕ ЭРИТРОЦИТОВ

Хисамов Э.Н.<sup>1</sup>, Еникеев Д.А.<sup>1</sup>, Еникеев О.А.<sup>1</sup>, Идрисова Л.Т.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет Минздрава России», Уфа, e-mail: Hisamov7958@yandex.ru,

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Российский университет дружбы народов Минздрава России», Москва, e-mail: clinica@mail.ru

**РЕЗЮМЕ.** Целью в настоящем исследовании ставилось изучение реакции красной крови млекопитающих при действии химических факторов малой интенсивности окружающей среды. Для этого были отобраны из питомника здоровые взрослые кролики породы шиншилла и помещены в разные районы Республики Башкортостан (РБ). Кролики, пребывающие в питомнике (в поселке Горный Чишминского района РБ) в 65 км к югу от г. Уфы против розы ветров были использованы в качестве контроля. Наблюдение велось в течение трех месяцев. Для натуральных опытов были выбраны различные населенные пункты с разным уровнем химического загрязнения окружающей среды. К концу наблюдения в натуральных опытах при пребывании животных в среде химического загрязнения были установлены статистически значимые изменения ряда эритроцитарных индексов негативного характера. Эти изменения в разных местах имели неодинакую степень. В городах РБ с развитой химической и нефтехимической промышленностью отмечалось статистически значимое снижение количества эритроцитов, среднего значения скорости оседания эритроцитов, средней концентрации гемоглобина в 1 эритроците (грамм/литр) и некоторое повышение значений среднего объема эритроцитов, концентрации ретикулоцитов, которые в совокупности указывали на проявление умеренно выраженного анемического синдрома. Степень перечисленных изменений в большей степени определялась в городах Уфе и Ишимбае и в несколько меньшей степени в г. Белебее и пос. Цех Керамики. Представляют интерес разные показатели со стороны гемоглобина крови у животных в процессе натуральных опытов. Так, повышение среднего содержания гемоглобина в 1 эритроците (в пикограммах) сопровождалось понижением средней концентрации гемоглобина в одном эритроците (грамм/литр) и при одновременном отсутствии достоверного снижения общего количества гемоглобина в циркулирующей крови (грамм/литр). Такие разнонаправленные сдвиги, вероятно, обусловлены токсическим действием химических факторов малой интенсивности окружающей среды на ферментативные процессы синтеза дыхательного пигмента, а также относительным усилением процесса эритролизиса по сравнению эритроцитопозом.

Ключевые слова: изменение эритрона, химическое загрязнение среды, Республика Башкортостан, эксперимент.

## THE INFLUENCE OF CHEMICAL POLLUTION ON THE CONDITION OF RED BLOOD CELLS

Khisamov E.N.<sup>1</sup>, Enikeyev D.A.<sup>1</sup>, Enikeyev O.A.<sup>1</sup>, Idrisova L.T.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bashkir State medical University of Minzdrav of Russia, Ufa, e-mail: Hisamov7958@yandex.ru;

<sup>2</sup>National in the Russian peoples' friendship University of Minzdrav of Russia, Moscow, e-mail: clinica@mail.ru

**SUMMARY.** The aim of the present study was to study the reaction of the red blood mammals in the action himicheskikh factors of low intensity environment. This was selected from PITOMNIK healthy adult rabbits breed "Chinchilla" and placed in different areas of the Republic of Bashkortostan (RB). Rabbits staying in the nursery (Gorny Chishminsky area RB) 65 km to the South from Ufa against "rose" was used as a control. The observation was conducted over three months. For field experiments were selected in various localities with different levels of chemical contamination of the environment. By the end of observation in end experiments when animals stay in the environment of chemical contamination were statistically significant changes in some erythrocyte indices of a negative character. These changes in different places had degree. In the cities of Belarus with developed chemical and petrochemical industry there was a significant decrease in the number of erythrocytes, the average value of erythrocyte sedimentation rate, the average concentration of hemoglobin in 1 erythrocyte (gram/liter.) and a slight increase in mean volume of erythrocytes, concentration of reticulocytes, which together pointed to the manifestation of moderately expressed anemia. The extent of these changes are to a large extent determined in the cities of Ufa and Ishimbai and to a lesser extent in Belebey and village "pottery Workshop". Of interest is the different values from the hemoglobin of the blood in animals during the full-scale experiments. Thus, the increase in the average content of hemoglobin in 1 erythrocyte (picogramme) was accompanied by a decrease in average concentration of hemoglobin in one erythrocyte 1 (gram/liter.) and while the absence of significant changes in the total amount of hemoglobin in the circulating blood (grams / liter). Such

**bi-directional shifts, probably due to toxic effect of chemical factors of low intensity environment on enzymatic processes for the synthesis of the respiratory pigment, and the relative strengthening of the process of erythrodiereis compared to polycythemia.**

Keywords: Change Eritrea, chemical pollution of the environment, Republic of Bashkortostan, experiment.

Целью исследования явилось изучение реакции красной крови кроликов в условиях пребывания в среде загрязнения окружающей среды химическими факторами малой интенсивности в различных районах Республики Башкортостан (РБ). При этом ставились следующие задачи:

1. Выявить возможные сдвиги со стороны красной крови животных в условиях пребывания после питомника в городской среде с различной степенью загрязнения окружающей среды химическими факторами малой интенсивности.

2. Провести дифференцированный анализ различных показателей красной крови животных, находившихся в городах Уфа, Ишимбай, Белебей в продолжение трех месяцев.

3. Изучить особенности изменений показателей красной крови кроликов в условиях пребывания после питомника в загородной зоне – в 7 км от промышленных предприятий г. Уфы в течение трех месяцев.

#### **Материал и методы исследования**

Материалом исследования были здоровые половозрелые кролики (самцы) шестимесячного возраста с массой тела 5-6 кг породы шиншилла, в количестве 50, из питомника, расположенного в поселке Горный Чишминского района РБ. В процессе исследования животные находились в течение 3 месяцев (декабрь, январь, февраль) в различных населенных пунктах РБ с разным уровнем загрязнения среды – гг. Уфа, Ишимбай, Белебей [1], а также поселок, так называемый Цех Керамики Благовещенского района, в каждой группе числом 10. Животные содержались в деревянных клетках в холодных сараях. Кормление осуществлялось местными растительными продуктами: овощи, сено, солома, отруби. В качестве питья был использован снег.

Исследование крови проводилось общепринятыми методами, в том числе с использованием гематологического анализатора. Статистическая обработка полученных цифровых данных осуществлялась параметрически по программе М. О. Excel «Статистика», с определением достоверности различий по t-критерию Стьюдента.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Изучение состояния красной крови кроликов после пребывания 90 суток в различных районах Республики Башкортостан проводилось путем определения количественных параметров эритроцитов, ретикулоцитов, а также гемоглобина. Так, среднее количество эритроцитов (RBC) животных в условиях пребывания в питомнике поселка Горный Чишминского района в 60 км от г. Уфы составляло  $4,7 \times 10^{12}$  /л, что соответствует

нормальному уровню для данного гематологического показателя [2-6] (таблица). При пребывании кроликов в населенных пунктах, где отмечено химическое загрязнение окружающей среды, установлено статистически значимое снижение данного показателя. Среднее значение количества эритроцитов кроликов в поселке Цех Керамики равнялось  $4,3 \times 10^{12}/л$ , в г. Белебей –  $4,2 \times 10^{12}/л$ , в г. Уфа -  $4,1 \times 10^{12}/л$ , в г. Ишимбай -  $4,1 \times 10^{12}/л$ . Следовательно, в поселке Цех Керамики, где отсутствуют промышленные предприятия, но он находится на незначительном расстоянии (около 7 км) от промышленной зоны г. Уфы, уже определяется некоторый негативный сдвиг со стороны количества эритроцитов. Максимальное снижение количества эритроцитов отмечено в гг. Уфа и Ишимбай, где зарегистрировано завышение ПДК многих химических соединений – загрязнителей окружающей среды [1]. Промежуточное положение занимало среднее значение количества эритроцитов у животных, которые пребывали в г. Белебей, где также имеются промышленные предприятия.

Параллельно анализировалось среднее значение объема эритроцитов (MCV) кроликов в условиях пребывания в населенных пунктах с различным уровнем загрязнения среды. Так, данный параметр в поселке Горный равнялся 61,3 мк куб., что соответствует норме для данного гематологического показателя [2; 3], в поселке Цех Керамики - 63,9 мк куб., в г.Белебей – 64,8 мк куб., в г. Уфа – 67,5 мк куб., в г. Ишимбай – 67,1 мк куб. (таблица). Таким образом, повышение среднего объема эритроцитов происходило в обратном пропорциональном порядке к снижению количества эритроцитов, что отражает, с одной стороны, увеличение относительного содержания более крупных эритроцитов (макроцитоз), а с другой - тенденцию к изменению от состояния планоцитоза к состоянию сфероцитоза, то есть к сдвигу к менее благоприятной морфологической форме с точки зрения относительного размера площади функционирующей поверхности эритроцитов.

#### Сводные показатели красной крови кроликов

( $M \pm m$ ; n-10; \*-P < 0,05 в сравнении с данными п. Горный)

<b>Показатели эритрона</b>	<i>пос. Горный</i>	<i>пос. Цех Керамики</i>	<i>г. Белебей</i>	<i>г. Уфа</i>	<i>г. Ишимбай</i>
RBC - количество эритроцитов ( $\times 10^{12}/л$ )	4,7 $\pm$ 0,07	4,3 $\pm$ 0,06*	4,2 $\pm$ 0,08*	4,1 $\pm$ 0,06*	4,1 $\pm$ 0,08*
HGB - содержание гемоглобина в крови (г/л)	118,9 $\pm$ 2, 19	113,4 $\pm$ 2,23	114,7 $\pm$ 2,10	112,5 $\pm$ 2,11	111,6 $\pm$ 2,17
HCT - гематокрит (%)	29,1 $\pm$ 0,25	25,8 $\pm$ 0,21*	24,6 $\pm$ 0,19*	23,1 $\pm$ 0,20*	23,4 $\pm$ 0,18*

MCV - средний объем эритроцитов (мк куб.)	61,3±1,12	63,9±1,20*	64,8±1,21*	67,5±1,27*	67,1±1,31*
MCH - среднее содержание гемоглобина в 1 эритроците (pg. в пикограммах)	25,3±0,66	26,4±0,61	27,3±0,64*	27,4±0,61*	27,2±0,59*
MCHC - средняя концентрация гемоглобина в 1 эритроците (грамм/литр)	325,7±6,66	294,1±6,77*	289,5±6,74*	269,3±6,81*	266,1±6,87*
RDW - диапазон разности объема эритроцитов	11,2±0,47	11,9±0,49*	13,2±0,51*	14,8±0,59*	14,9±0,61*
Количество ретикулоцитов (‰)	30,5±0,8	35,3±0,9*	36,6±1,1*	38,5±1,2*	37,9±0,9*
Ретикулоциты (абсолютное количество $\times 10^9/\text{л}$ )	11,4±0,21	15,0±0,22*	15,4±25*	15,7±0,26*	15,5±0,24*
СОЭ - скорость оседания эритроцитов (мм/час)	14,4±0,23	13,9±0,21*	12,6±0,19*	11,7±0,21*	11,5±0,19*

Одновременно изучалось возможное изменение показателя гематокрита (НСТ). При этом было установлено, что среднее значение гематокрита крови кроликов из питомника в поселке Горный соответствовало 29,1%. В остальных населенных пунктах отмечалось снижение среднего значения данного параметра: в поселке Цех Керамики - 25,8%, в г. Белебей – 24,6%, в г. Уфа – 23,1%, в г. Ишимбай – 23,4% (таблица). Полученные сдвиги со стороны показателя гематокрита, вероятно, связаны с фактом снижения количества эритроцитов у животных в условиях пребывания их в среде загрязнения химическими факторами малой интенсивности.

Исследование скорости оседания эритроцитов (СОЭ) крови кроликов в разных районах Республики Башкортостан выявило вполне определенные сдвиги, очевидно, в зависимости от интенсивности загрязнения окружающей среды химическими факторами малой интенсивности. Так, в поселке Горный у кроликов из питомника среднее значение СОЭ составляла 14,4 мм/час. В других регионах, в частности у кроликов в поселке Цех Керамики, показатель СОЭ в среднем равнялся 15,9 мм/час, в г. Белебей – 16,6 мм/час, в г. Уфа – 17,7 мм/час, в г. Ишимбай – 17,5 мм/час (таблица).

Заслуживают внимания изменения и со стороны показателей гемоглобина крови. Незначительные сдвиги общего содержания гемоглобина в крови в г/л у животных, пребывающих в условиях химического загрязнения окружающей среды, по сравнению с аналогичными показателями кроликов, находящихся в питомнике, не представляли

статистически значимый характер. Так, у животных в поселке Горный содержание гемоглобина крови (HGB) в среднем равнялось 118,9 г/л, что соответствует нормальному уровню для данного гематологического показателя. Среднее значение данного параметра у животных, находящихся в поселке Цех Керамики, составляло 113,4 г/л, в г. Белебее – 114,7 г/л, в г. Уфе – 112,5 г/л, в г. Ишимбае – 111, 6 г/л (таблица).

Из ряда эритроцитарных индексов нами применялась также и средняя концентрация гемоглобина в 1 эритроците в г/л (МСНС – mean corpuscular hemoglobin concentration), демонстрирующая плотность распределения гемоглобина по эритроцитам, значит функциональную полноценность форменного элемента. Во время наших исследований со стороны МСНС были получены следующие цифровые данные: в поселке Горный значение МСНС равнялось 325,7 г/л, в поселке Цех Керамики - 294,1 г/л, в г. Белебей - 289,5 г/л, в г. Уфа - 269,3 г/л, в г. Ишимбай – 266,1 г/л (таблица).

При сопоставлении количественных данных у животных, находящихся в питомнике (поселок Горный), с аналогичными показателями у кроликов, которые содержались в других местах, имеющиеся изменения носили статистически значимый характер. Снижение средних величин МСНС у животных, пребывающих в среде химического загрязнения, очевидно, обусловлено, с одной стороны, с относительной эритроцитопенией, как вследствие преобладания эритродиэреза над эритроцитопозом, а с другой - относительной гипохромией и макроцитозом.

В качестве дополнения к общей характеристике гемоглобина крови в процессе натуральных опытов использовался следующий показатель – среднее содержание гемоглобина в 1 эритроците в пикограммах – МСН (mean corpuscular hemoglobin). Этот эритроцитарный индекс показывает также среднюю массу гемоглобина в 1 эритроците, только в пикограммах.

Эритроцитарный индекс МСН у животных питомника в поселке Горный в среднем составлял 25,3 pg, а в поселке Цех Керамики - 26,4, в г. Белебей - 27,3 pg, в г. Уфа - 27,4 pg, в г. Ишимбай - 27,2 pg (таблица). Следовательно, среднее значение данного показателя повысилось при пребывании животных в городской среде и одновременно отражало повышение цветового показателя крови.

Также было отмечено, что в условиях химического загрязнения среды наступает снижение осмотической стойкости эритроцитов, среднего гистохимического коэффициента (СГК) гемоглобина и повышение значения цветового показателя и числа эритроцитов с микродрамами.

Чтобы иметь более полное представление об изменениях в процессе натуральных опытов, необходимо проанализировать состояние некоторых показателей гемопоэза. Так, среднее числовое значение ретикулоцитов из расчета на тысячи эритроцитов в

периферической крови у животных в питомнике (в поселке Горный) составило 30,5‰, в поселке Цех Керамики - 35,3‰, в г. Белебей 36,6‰, в г. Уфа - 38,5‰, в г. Ишимбай - 37,9‰ (таблица). Повышение процентного содержания ретикулоцитов крови у кроликов, содержащихся в населенных пунктах в условиях химического загрязнения среды, очевидно, связано с усилением эритроцитопоза в ответ на неблагоприятное воздействие опосредованно через механизм создания гипоксического состояния организма.

Параллельно в процессе работы было подсчитано абсолютное количество ретикулоцитов в объеме крови. Так, среднее значение абсолютного количества ретикулоцитов на объем периферической крови у животных в питомнике (в поселке Горный) составило  $11,4 \times 10^{10}/л$ , в поселке Цех Керамики  $15,0 \times 10^{10}/л$ , в г. Белебей  $15,4 \times 10^{10}/л$ , в г. Уфа -  $15,7 \times 10^{10}/л$ , в г. Ишимбай -  $15,5 \times 10^{10}/л$  (таблица).

Итак, два приведенных выше эритроцитарных индекса подвержены изменениям однотипного характера. В первом и во втором видах измерения происходило повышение средних числовых значений у животных, содержащихся в условиях химического загрязнения среды.

Следовательно, в условиях негативного воздействия загрязнения окружающей среды химическими факторами малой интенсивности на организм животных эритроцит испытывает функциональное напряжение, проявляет свойства, направленные на адаптацию к новым условиям, компенсации результатов отрицательного воздействия [6]. Таким образом, показатели эритроцитов в разных районах Республики Башкортостан имели неодинаковый характер. У животных, содержащихся в пос. Горный, они оказались в пределах нормы. Однако в других местностях, где имело место загрязнение окружающей среды химическими факторами малой интенсивности, со стороны красной крови наблюдались достоверные сдвиги негативного характера. Наблюдаемые при этом изменения проявились не в виде непосредственного острого или хронического отравления отдельными химическими факторами малой интенсивности в окружающей среде, а их суммарным действием на организм. Вполне очевидно комплексное воздействие на организм химических загрязнителей окружающей среды, при котором возможно усиление влияния уже имеющихся химических соединений в комбинации друг с другом, а также появление дополнительно новых форм воздействия. В результате проведенных исследований была установлена умеренно выраженная эритроцитопения. При этом прослеживалась зависимость между уровнем снижения количества эритроцитов и степенью химического загрязнения окружающей среды. Например, более выраженное снижение числа эритроцитов наблюдалось в городах с развитой нефтехимической промышленностью (Уфа, Ишимбай), чем в поселке Цех Керамики, где отсутствуют промышленные предприятия. Наблюдаемая умеренная

эритроцитопения, очевидно, является результатом гипоксического состояния организма, когда процесс эритродиэреза преобладает над эритроцитопозом вследствие повышения кислородотранспортной функции красной крови в условиях пребывания животных в среде химического загрязнения. Естественно, при остром или хроническом отравлении химическими реагентами в лабораторных условиях негативные биохимические и морфологические изменения в эритроцитах приводят в совокупности к анемическому синдрому [2]. Однако механизм комплексного действия на организм химических факторов малой интенсивности окружающей среды, вероятно, отличается от патофизиологической картины, наблюдаемой в лабораторных опытах. При этом проявляются в большей степени неспецифические признаки взаимодействия организма и негативных факторов среды, которые в большей степени укладываются в представление долговременной фенотипической адаптации организма в условиях неблагоприятной среды [6]. Такая концепция подтверждается и негативными изменениями других показателей при воздействии на организм химических факторов окружающей среды. Так, было установлено снижение осмотической стойкости эритроцитов в параллельной зависимости от уровня загрязнения среды, например в г. Уфе и пос. Цех Керамики. С точки зрения теории долговременной адаптации организмов в условиях действия негативных факторов снижение осмотической стойкости эритроцитов указывает на стадию дезадаптации и одновременно отражает причину преобладания эритродиэреза над эритроцитопозом - падение резистентности эритроцитов. В эту картину укладывается увеличение средних размеров эритроцитов, которое отражает кризисную ситуацию в кроветворении, в частности раздражение красного ростка гипоксией.

### **Выводы**

1. Умеренное снижение количества эритроцитов в объеме периферической крови у животных в условиях пребывания в среде химического загрязнения в течение трех месяцев отражает преобладание в определенной степени процесса эритродиэреза над эритроцитопозом.

2. Увеличение числовых показателей со стороны ретикулоцитов крови у животных в процессе натуральных опытов указывает на раздражение красного ростка в костном мозге в ответ на гипоксическое состояние, обусловленное отрицательным воздействием среды на организм.

3. Увеличение среднего объема эритроцитов при пребывании животных в среде химического загрязнения связано в определенной степени с относительным ретикулоцитозом в крови и отражает активацию эритроцитопоза.

## Список литературы

1. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан за 2015 г. – Уфа, 2016. - 356 с.
2. Аббасов Т.Г. Морфологические и биохимические показатели крови кроликов при отравлении дельсектом / Т.Г. Аббасов, С.Е. Шерешкова // Проблемы ветеринарной санитарии и экологии: сб. науч. тр. – М., 2000. - Т. 109. - С. 3-9.
3. Ноздрин Г.А. Морфологические и биохимические показатели у кроликов при применении пробиотического препарата Велес 6.59 / Ноздрин Г.А., Громова А.В., Иванова А.Б. и др. // Достижения науки и техники АПК. - 2012. - № 10. - С. 53-55.
4. Омельченко Н.Н. Использование пробиотиков в профилактике болезней кроликов / Омельченко Н.Н., Лысенко А.А., Омельченко Н.А., Остапчук Д.В. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2015. - N 53. - С. 47.
5. Петрова Н.А. Влияние пробиотиков на показатели крови кроликов / К.А. Сидорова, К.С. Есенбаева, Н.А. Петрова, А.А. Бекташева // Вестник Тюменской государственной сельскохозяйственной академии. Вып. 1. – Тюмень, 2007. - С. 162-163.
6. Хисамов Э.Н., Еникеев Д.А., Кашапова Р.А. Показатели крови млекопитающих в условиях химического загрязнения окружающей среды в сельской местности. - Уфа: Изд-во БГМУ, 2013. - 136 с.