

СОСТОЯНИЕ ЭРИТРОЦИТОВ В УСЛОВИЯХ БАРОКАМЕРНОЙ ГИПОКСИИ

Хисамова В.А., Габдрахманова И. Д., Сахибгареев А.Ш.

ФГБОУ ВО Башкирский государственный медицинский университет
Минздрава России (450000, г.Уфа, Ул. Ленина 5, Hisamov7958@yandex.ru)

Резюме. Материалом для исследования служили эритроциты взрослых кроликов породы «Шиншилла». Подопытные животные находились 24 часа в барокамере при разряжении воздуха, соответствующей 5-7 тыс. м. высоты. Исследование красной крови проводилось до начала эксперимента, через 3, 7, 12, 24 часа пребывания в барокамере и в послеопытный период после пребывания в условиях гипоксии - 1, 2, 3, 4, 5 суток. Был установлен волнообразный характер количественных сдвигов со стороны эритроцитов в условиях прерывистой барокамерной гипоксии. Выявлено, что в первые часы пребывания кроликов в барокамере в условиях пониженного барометрического давления содержание эритроцитов в объеме крови снижалось, далее наблюдалось повышение этого показателя выше исходного состояния. В послеопытный период в первые сутки продолжалось повышение количества эритроцитов. В последующие сутки их количество постепенно понижалось и на 5-6 сутки вернулось в исходный уровень. Изучение содержания гемоглобина в эритроцитах в целом показало, что оно испытывает в процессе эксперимента приблизительно сходные количественным показателям эритроцитов изменения. Одновременно выводили цветовой показатель. В условиях эксперимента и постэкспериментальный период заметного повышения или снижения цветного показателя нам обнаружить не удалось. Отмечалось лишь незначительное колебание его величины. Сдвиги со стороны ретикулоцитов отражали уровень эритроцитопозы - постепенное повышение содержания в периферической крови с максимальным выражением на 24-часа действия гипоксической гипоксии и на 1- сутки после пребывания в барокамере. Выравнивание с исходным уровнем наблюдалось через 5 суток. Изменения показателя гематокрита носили параллельную динамику со сдвигам количества эритроцитов.

Ключевые слова: гипоксия, барокамера, красная кровь? эксперимент.

The condition of erythrocytes in conditions of altitude hypoxia

Khisamova V. A. Habdrshmanova I.D., Sahibgarееv A.SH.

Bashkir state medical University of Minzdrav of Russia

Summary. The material for the study were the erythrocytes of adult rabbits breed "Chinchilla". Experimental animals were 24 hours in a chamber at the discharge air corresponding to 5-7 thousand meters height. The study of red blood were carried out before the start of the experiment, after 3, 7, 12, 24 hour stay in the chamber and postexperiential period after 1, 2, 3, 4, 5 days of stay in hypoxia. Was installed in a wave-like nature of the quantitative changes from red cells in conditions of intermittent altitude hypoxia. It is revealed that during the first hours of the rabbits in the chamber under reduced barometric pressure the contents of erythrocytes in volume of blood is decreased, then there was an increase of this indicator above the baseline condition. After the experimental period on the first day continue increasing the number of red blood cells. The next day, their number gradually decreased and 5-6 days has returned to initial level. The study of hemoglobin in red blood cells as a whole showed that they were in the process of experiment is approximately similar quantitative indicators of erythrocytes changes. Simultaneously, the output color index. In the experiment, and postexperimental the period of noticeable increase or decrease colour index we could not be managed. Were only minor fluctuations in its value. Changes from reticulocytes reflect the level of erythropoiesis - a gradual increase in the content in the peripheral blood with maximum expression at 24 h of action of hypoxic hypoxia and 1 - day after a stay in the chamber. Alignment with baseline levels was observed on day 5. Changes of hematocrit parallel dynamics of changes in the number of red blood cells.

Key words: hypoxia, hyperbaric chamber, red blood, experimenti.

Введение

Исследование данных изменений различных тканей, органов и систем в условиях гипоксии широко используется в практической и теоретической медицине [1]. В частности, придается достаточно большое значение применению кратковременной и прерывистой гипоксии в повышении адаптационно-приспособительных механизмов с профилактической [1,2] и лечебной целью [3,4].

При этом наблюдаемые сдвиги со стороны форменных элементов крови при острой гипоксии принимаются во внимание также для оценки состояния организма в разных патологических состояниях [5,6]. Такое направление, очевидно, связано, с одной стороны, присутствием гипоксического состояния при многих патологических процессах, во вторых, характером и особенностями механизма фенотипической адаптации организма на негативное воздействие факторов экзогенного и эндогенного происхождения. Система крови, в частности, эритроциты, как составляющая часть компенсаторного звена адаптационного синдрома имеет существенное значение. Поэтому изучение реакции красной крови в условиях пониженного барометрического давления сохраняет свою актуальность.

Целью исследования явилось изучение особенностей реакции красной крови в условиях действия на организм прерывистого пониженного барометрического давления.

При этом были поставлены следующие задачи:

1. Установление динамики сдвигов красной крови при прерывистом пребывании кроликов в камере пониженного барометрического давления в течение 24 часов.

2. Анализ динамики изменений красной крови в послеопытный период, то есть после дозированного действия барометрической гипоксии.

Материал и методы исследования

Материалом для исследования служили эритроциты взрослых кроликов породы «Шиншилла». Подопытные животные находились 24 часа в барокамере при разряжении воздуха, соответствующем 5-7 тыс. м. высоты по показателю манометра-анероида. Исследование эритроцитов проводилось до начала эксперимента, через 3, 7, 12, 24 часа пребывания в барокамере и в послеопытный период после 1, 2, 3, 4, 5 суток пребывания в условиях гипоксии. Установление статистической достоверности различий количественных показателей проводилось параметрически по t-критерию Стьюдента по программе M. Excel («статистика»).

Результаты исследования и их обсуждение

Исходное количество эритроцитов кроликов до начала опыта в среднем составляло $4,7 \times 10^{12}/л.$ с диапазоном $4,4 - 5,1 \times 10^{12}/л.$ (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1.

Сводные показатели красной крови
($M \pm m$, n=50. Сравнение производилось с исходным уровнем.
* - знак стат. достоверности)

Сроки опытов	Эритроциты (x10 ¹² /л)	Ретикулоциты (в %о)	Гемоглобин (г/л)	Цветов. показатель	Гематокрит (кол. делен.)
Исходный уровень (норма)	4,7±0,032	30,5±0,31	116±1,61	0,74	29,1±0,138
После 3 часов пребывания в камере	4,4±0,022*	29,4±0,25*	102±1,58*	0,69	26,2±0,129*
После 7 часов пребывания в камере	4,7±0,28	31,5±0,27	115±1,63	0,74	29,2±0,131
После 12 часов пребывания в камере	5,0 ±0,025*	38,6±0,23*	129±1,71*	0,77	32,2±0,334*
После 24 часов пребывания в камере	5,4±0,024*	40,5±0,25*	146±1,75*	0,81	36,8±0,041*
Через 1 сутки после опыта	5,7±0,029*	50,5±0,25*	158±1,82*	0,83	39,0±0,066*
Через 2 суток после опыта	5,1±0,015*	46,5±0,24*	146±1,86*	0,85	38,3±0,088*
Через 3 суток после опыта	5,1±0,018*	41,1±0,22*	141±1,79*	0,83	36,5±0,067*
Через 4 сутки после опыта	4,9±0,039*	36,5±0,21*	125±1,67*	0,76	31,1±0,182*
Через 5 суток после опыта	4,6±0,045*	30,1±0,9	118±1,73*	0,77	29,2±0,124

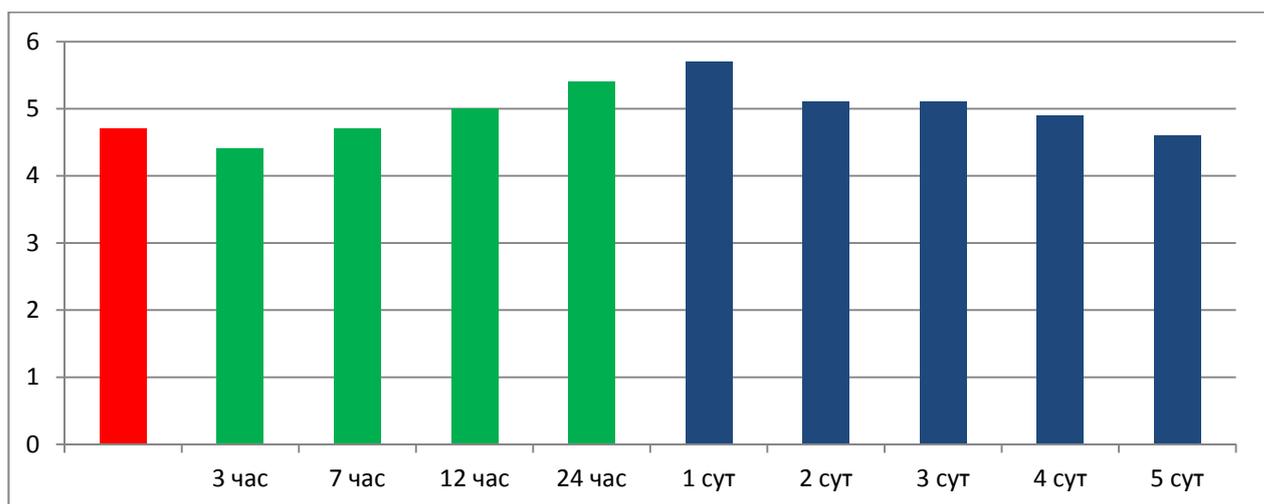


Рис.1 . Количество эритроцитов кроликов в условиях барокамерной гипоксии (x10¹²/л).

*Первый столбик слева – исходный уровень.

*2-5 столбики слева - сроки пребывания животных в барокамере.

*6 – 10 столбики – сроки послеопытного периода.

*По вертикали цифры обозначают количество эритроцитов (x10¹²/л).

В первые часы в условиях пребывания животных в барокамере наступало некоторое снижение количества эритроцитов. Так, через 3 часа действия гипоксии среднее число эритроцитов составляло 4,4 x10¹²/л. В отдельных случаях количество эритроцитов снижалось до 3,3 x10¹²/л. В дальнейшем, по мере пребывания животных в условиях гипоксии, число эритроцитов постепенно увеличивалось. Анализ крови, проведенный через 7 часов от начала опыта, показал, что количество клеток красной крови достигало до опытного уровня, а во многих случаях даже несколько повысилось по сравнению с нормой. Среднее арифметическое значение равнялось 4,7 x10¹²/л. Колебание числа эритроцитов

крови составляло от 4 до $5,7 \times 10^{12}/л$. Если изменения со стороны количества эритроцитов после 3 - часового пребывания в камере были статистически достоверны, то через 7 часов действия гипоксии, вследствие наступившего увеличения числа эритроцитов, разница по сравнению с нормой, то есть с исходными показателями, оказалась незначительной и статистически не значимой. К 12 – часовому сроку действия гипоксии количество эритроцитов в среднем достигало $5,0 \times 10^{12}/л$ крови. Относительный рост количества эритроцитов (эритроцитоз) наблюдался почти во всех опытах. Диапазон вариации находился в пределах от 4 до $6,1 \times 10^{12}/л$. Меньшая граница диапазона соответствовала тем единичным опытам, в которых наблюдалась, наоборот, эритроцитопения. Статистическая обработка количества эритроцитов данного срока показывала полную статистическую значимость различий.

При исследовании числа эритроцитов в самом конце пребывания животных в условиях гипоксии, т.е. через 24 часа, оказалось, что количество эритроцитов продолжало нарастать. Среднее арифметическое значение количества эритроцитов уже достигало $5,4 \times 10^{12}/л$. Пределы колебаний соответствовали $5,0$ или $– 6,4 \times 10^{12}/л$. Проведенный математический анализ показал статистическую значимость описываемого эритроцитоза.

В первые сутки после опыта число эритроцитов продолжало нарастать и равнялось в среднем $5,7 \times 10^{12}/л$. (с диапазоном вариации от 5 или до $6 \times 10^{12}/л$). Статистическая обработка также показала достоверность полученных разниц.

В последующие дни количество эритроцитов постепенно снижалось и на 4 сутки приближалось к исходному состоянию - среднее значение равнялось к $4,9 \times 10^{12}/л$., однако, еще сохранялась статистическая достоверность имеющихся различий. Лишь разница полученная на 5 сутки после опыта (средняя величина равная $4,6 \times 10^{12}/л$.), была статистически недостоверна вследствие возвращения числа эритроцитов близкое, в преобладающем большинстве случаев, к исходным показателям.

Изучение содержания гемоглобина в эритроцитах в целом показало, что оно испытывает в процессе эксперимента приблизительно сходные с количественными характеристиками эритроцитов изменения (табл.1). Непосредственно перед опытом - среднее содержание гемоглобина равнялось 69,6 ед. Сали (116 г/л). Диапазон вариации находился в пределах от 62,3 до 78,1 ед. В первые часы действия кислородной недостаточности содержание гемоглобина в крови несколько снизилось. Так, через 3 часа воздействия гипоксии среднее арифметическое значение количества гемоглобина равнялось 61,2 ед. Сали (102 г/л). Колебания соответствовали от 56,4 до 69,8 ед. Математическая обработка показала статистическую значимость полученных данных. К 7 часам воздействия гипоксии содержание гемоглобина вновь достигало нормального уровня, то есть исходного состояния.

Среднее арифметическое значение равнялось 69,0 ед. Сали (115 г/л); колебания составляли 61,2-77,9 ед. Сали. Небольшая разница количества гемоглобина в этот срок по сравнению с нормой, была статистически незначимой. Через 12 часов пребывания в условиях гипоксии среднее содержание гемоглобина, вследствие повышения, по мере действия гипоксии, уже равнялось 77,4 ед. Сали (129 г/л). Диапазон вариации находился в пределах от 73,1 до 85,3 ед. Сали. Составление вариационных рядов указывало на статистическую значимость описываемых различий. К концу опыта, т.е. через 24 часа, количество гемоглобина также оказалось значительно повышенным. Среднее арифметическое значение составляло 87,6 ед. Сали (146 г/л), диапазон вариации составлял от 81,7 до 93,3 ед. Сали. Разница количества гемоглобина по сравнению с исходным уровнем была статистически значимой. В постэкспериментальный период, на 1 сутки после опыта еще продолжалось повышение количества гемоглобина, достигая максимальной цифры, а на 2-3 день постепенно снижалось и на 4-5 сутки после опыта возвращалось к норме. Среднее арифметическое значение гемоглобина на первые сутки после опыта достигало 94,8 ед. Сали (146 г/л). Диапазон вариации находился в пределах от 88,4 до 98,2 ед. Сали. Математическая обработка показала статистическую достоверность различий. Максимальное значение содержания гемоглобина достигало в 1 сутки после опыта. Среднее арифметическое значение его равнялось 87,6 ед. Сали (158 г/л) (колебания от 81,9 до 94,4 ед.). На вторые сутки послеопытного периода началось общее снижение содержания гемоглобина. Однако, различие по сравнению с нормой было еще статистически вполне достоверно (146 г/л). На третьи сутки после опыта относительное уменьшение количества гемоглобина продолжалось, среднее арифметическое значение соответствовало 84,6 ед. Сали (141 г/л), а диапазон вариации - 79,2-89,9 ед. Сали. Разница в этот срок по сравнению с нормой также была статистически значимой. На четвертые сутки послеопытного периода среднее арифметическое количество гемоглобина равнялось 73,6 ед. Сали (125 г/л) с диапазоном вариации - 65,3 до 81,1 ед. Сали. На пятые сутки количество гемоглобина в среднем равнялось 70,8 ед. Сали (118 г/л), диапазон вариации от 64,2 до 78,6 ед. Сали. Математическая обработка данных, полученных на 5 день постэкспериментального периода, не показала статистическую значимость различий по отношению к исходному состоянию.

Одновременно выводился цветовой показатель эритроцитов. В исходном состоянии эта величина равнялась 0,74. В условиях эксперимента и постэкспериментальный период заметного повышения или снижения цветового показателя нам обнаружить не удалось. Отмечалось лишь незначительное колебание его величины.

Наряду с эритроцитами параллельно изучалось и состояние ретикулоцитов. Содержание ретикулоцитов в периферической крови по отношению к количеству эритроцитов у кроликов в норме составляло в среднем $30,5 \text{ ‰}$ (143350 в/мм^3) (табл. 1). Диапазон вариации находился в пределах от 28 ‰ до 38 ‰ . В первые часы пребывания подопытных животных в условиях кислородной недостаточности наступало незначительное уменьшение относительного содержания ретикулоцитов. Так, через 3 часа воздействия гипоксии среднее арифметическое значение количество ретикулоцитов равнялось 29 ‰ (129360 в/мм^3). Диапазон вариации соответствовал 27 ‰ - 32 ‰ . В последующем, по мере дальнейшего действия гипоксии на животных, относительное содержание ретикулоцитов начало повышаться. К 7 часам пребывания в камере число ретикулоцитов достигало в среднем $31,5 \text{ ‰}$ (148050 в/мм^3). Колебания составили от 29 ‰ до 34 ‰ . Изменения, полученные со стороны количества ретикулоцитов как после 3-часового, так и после 7-часового пребывания, при математической обработке оказались статистически значимыми. Исследование через 12 часов от начала опыта показало дальнейшее нарастание количества ретикулоцитов. Среднее арифметическое число было равным $38,6 \text{ ‰}$ ($193000 \text{ в } 1 \text{ мм}^3$), а диапазон вариации составлял от 36 ‰ до 41 ‰ . Полученные изменения по отношению к норме были статистически значимыми. К концу опыта, то есть через 24 часа пребывания в барокамере, содержание ретикулоцитов повысилось еще заметнее. В среднем оно равнялось $40,5 \text{ ‰}$ ($218700 \text{ в } 1 \text{ мм}^3$) (Колебания от 38 ‰ до 43 ‰). Описываемое различие носило статистический значимый характер.

Постэкспериментальный период в начале характеризовался дальнейшим продолжением повышения относительного содержания ретикулоцитов, а затем – постепенным снижением до возвращения к исходному уровню. На первые сутки после опыта количество ретикулоцитов достигло максимальных цифр и в среднем равнялось $50,5 \text{ ‰}$ ($287850 \text{ в } 1 \text{ мм}^3$). Диапазон вариации составлял от 45 ‰ до 53 ‰ . На вторые сутки послеопытного периода начиналось снижение количества ретикулоцитов. Среднее арифметическое значение соответствовало $47,5 \text{ ‰}$ ($236150 \text{ в } 1 \text{ мм}^3$), а колебания находились в пределах от 45 до 50 ‰ . Через трое суток после опыта число ретикулоцитов продолжало уменьшаться и в среднем равнялось $41,1 \text{ ‰}$ ($209610 \text{ в } 1 \text{ мм}^3$), а диапазон вариации находился в пределах 39 - 43 ‰ . На четвертые сутки постэкспериментального периода относительное содержание ретикулоцитов, постепенно снижаясь, приближалось к исходному уровню. Среднее арифметическое число их соответствовало $36,5 \text{ ‰}$ ($178850 \text{ в } 1 \text{ мм}^3$), а колебания были от 34 ‰ до 40 ‰ . Математический анализ методом вариационной статистики описываемых изменений постэкспериментального периода показывали их достоверность. На пятые сутки после опыта количество ретикулоцитов в

преобладающем большинстве случаев возвращалось к исходному уровню. Среднее арифметическое значение их равнялось 30,3 ‰ (138460 в 1мм³), а диапазон вариации находился в пределах 27-35 ‰. Незначительная разница среднего значения содержания ретикулоцитов, по сравнению с нормой, была статистически не значимой.

Показатель гематокрита у подопытных кроликов перед экспериментом находился в пределах от 26 до 31. Среднее арифметическое значение соответствовало 29,1 (табл. 1). В первые часы пребывания животных в камере отмечалось некоторое снижение показателя гематокрита. Через 3 часа при гипоксии среднее его значение равнялось 26,2, а колебания были в пределах от 24 до 30. Степень понижения показателя гематокрита оказывалась статистически значимой. В дальнейшем, по мере действия гипоксии на организм животных, наблюдалось, наоборот, повышение показателя гематокрита. К 7 часам пребывания в камере последний в большинстве случаев достигал исходного уровня, а иногда и находился выше его. Среднее арифметическое значение показателя гематокрита равнялась 29,1, а диапазон вариации находился в пределах от 26 до 33. Статистическая обработка описываемых данных по отношению к норме показала недостаточную значимость различий. В последующем, под действием кислородной недостаточности повышение показателя гематокрита продолжалось. После 12 часового пребывания в камере животных, среднее значение показателя гематокрита достигало 32,2 с колебаниями от 27 до 36,2. Математический анализ показывал статистическую значимость полученных различий по сравнению с исходным уровнем. К концу эксперимента показатель гематокрита также продолжал нарастать и через 24 часа в среднем достигал 36,8. Диапазон вариации составлял от 30 до 38. Полученные в этот срок данные были статистически значимыми. По окончании эксперимента нарастание показателя гематокрита не прекращалось. Оно продолжалось и на 1 сутки после опыта. А затем уже начиналось постепенное снижение и возвращение к исходному уровню наступало на 4 - 5 сутки. На 1 сутки постэкспериментального периода среднее арифметическое значение показателя гематокрита достигало максимального выражения и равнялось 39. Колебания составляли от 36 до 42. Увеличение, естественно, носило статистически значимый характер. На вторые сутки после опыта уже отмечалось начинающееся снижение показателя гематокрита. В среднем значение этого показателя соответствовало 38,3 с диапазоном от 36 до 40. Составление вариационного ряда также показало статистическую значимость полученных различий. Через трое суток после опыта снижение показателя гематокрита продолжалось. Среднее арифметическое значение равнялось 36,5. Колебания составляли от 34 до 39. Эти изменения по сравнению с нормой оказались статистически значимыми. На четвертые сутки постэкспериментального

периода показатель гематокрита находился в пределах от 28 до 35; в среднем он равнялся 31,1. Несмотря на небольшое различие с исходным уровнем, эти изменения также были статистически значимыми. В преобладающем большинстве случаев на 5 день постэкспериментального периода наступало возвращение показателей гематокрита к исходному уровню. Так, среднее арифметическое значение его в этот срок равнялось 29,2, а колебания определялись на уровне 27 – 31. Математический анализ полученных данных не выявил статистическую значимость различий по сравнению с исходным состоянием.

Таким образом, изменения показателей красной крови при действии прерывистой барокамерной гипоксии носили фазовый характер, вначале наблюдалось некоторое снижение, затем повышение количества эритроцитов, содержания гемоглобина, показателя гематокрита. В послеопытный период продолжалось постепенная нормализация изучаемых показателей красной крови.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антонова О.А., Локтионова С.А., Романов Ю.А. и др. Активация и повреждение эндотелиальных клеток при гипоксии/реоксигенации. Влияние внеклеточного РН // Биохимия.- 2009.-Т.74,вып.6.-С.744-752.
2. Жапаралиева Ч. О., Мухамедова И. П.Э, Вишневский А.А. Изменения мембран эритроцитов и некоторых морфофункциональных особенностей головного мозга в условиях гипоксической гипоксии в группах крыс с различной устойчивостью к гипоксии /Ульяновский медико-биологический журнал.-№ 1.- 2012. -С.59-64.
3. Муркамилов И.Т. Гипоксическая барокамерная тренировка в лечении анемии при хроническом гломерулонефрите /Известия ВУЗ ов Киргизстана.-Бишкек: 2014. изд. Наука и новые технологии (Бишкек). -№ 6.-С. 71-76.
4. Бизенкова М.Н. Общие закономерности метаболических расстройств при гипоксии различного генеза и патогенетическое обоснование принципов их медикаментозной коррекции//Автореф.дис....к.м.н.Саратов:-2008. 25с.
5. Хайбуллина З. Р., Вахидова Н. Т. Состояние периферической крови при острой гипоксии в эксперименте [Текст] // Медицина: вызовы сегодняшнего дня: материалы Междунар. науч. конф. (г. Челябинск, июнь 2012 г.). — Челябинск: Два комсомольца, 2012. — С. 24-29.
6. Потемина, Т.Е. К729 Гипоксия и гипероксия в вопросах и ответах: учебное пособие / Т.Е. Потемина, Е.А. Шевченко, В.А. Ляляев. – Н. Новгород: Издательство НижГМА, 2012. – 46 с.