

УДК 616—001.8

Н. Г. МЕЛИКЯН, А. Г. МЕЛКУМОВА, М. А. ВАРОСЯН

ВЛИЯНИЕ ГИПОКСИИ НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ
КРОВИ И КРОВЕТВОРНЫЕ ОРГАНЫ

На кроликах после пребывания их в течение 3,5 месяцев на высоте 3250 м изучался морфологический состав крови и кроветворных органов. Установлено, что в организме животных происходят незначительные быстро обратимые изменения периферической крови и костномозгового кроветворения, что сопровождается усилением окислительно-восстановительных процессов в клетках в условиях гипоксии.

Внешняя среда своими многочисленными факторами постоянно влияет на организм, вызывая в нем определенные функциональные изменения. Различные условия окружающей среды оказывают влияние также на состав и свойства крови.

Еще в 1878 году Bert [15] высказал мысль, что кровь животных и человека на больших высотах должна обладать большей способностью к переносу кислорода. С тех пор опубликовано большое число работ, касающихся полицитемии на больших высотах [1—4, 6—9, 11—14].

Многими исследователями [16—21] установлено, что в большинстве случаев гипоксия обуславливает в крови увеличение количества эритроцитов и гемоглобина. Авторы считают, что полицитемия, возникающая на больших высотах, вызывается кислородным голоданием.

Ряд авторов [15, 16] установил увеличение числа ретикулоцитов у людей и животных, подвергшихся воздействию гипоксии, что является, по их мнению, прямым доказательством усиления функции костного мозга. Однако гистологическое исследование красного костного мозга в условиях гипоксии выявило незначительную чувствительность его к углекислому газу.

Исходя из разноречивости литературных данных по этому вопросу, мы в настоящей работе для выявления влияния гипоксии на состав и свойства крови провели ряд исследований в различные сроки реадaptации после высотной гипоксии.

Материал и методика

Исследования проводились на кроликах (обоюго пола, породы «Шиншилла»), находящихся в течение 3,5 месяцев на высоте 3250 м,

(соответственно II, III, IV и V серии опытов). Контролем служили интактные животные (I серия опытов).

Изучалось: содержание гемоглобина, число эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов и ретикулоцитов периферической крови, РОЭ, вязкость крови, гематокритный показатель, диаметр и объем эритроцитов, цитохимический состав лейкоцитов (содержание гликогена, активность пероксидазы, цитохромоксидазы и щелочной фосфатазы), цитограммы костного мозга, печени и селезенки.

Все исследования проводились по общепринятым методикам. На каждом этапе исследовано по 3 кролика.

Результаты и обсуждение

Во II серии опытов содержание гемоглобина составило $16 \pm 0,62 \text{ г\%}$. Число эритроцитов и тромбоцитов было повышено до 8450000 ± 100000 и 480000 ± 17751 соответственно. Количество лейкоцитов незначительно снижено— 6400 ± 127 . Наблюдалось увеличение числа ретикулоцитов периферической крови до $16 \pm 1,6\%$. РОЭ— $2 \pm 0,8 \text{ мм/час}$. В лейкоформуле отмечался лимфоцитоз до $89 \pm 2,9\%$. Диаметр и объем эритроцитов снижены— $4,4 \pm 0,16 \text{ мк}$ и $63,6 \pm 2,0 \text{ мк}^3$.

Следовало ожидать, что увеличение числа эритроцитов должно привести к повышению вязкости крови. Однако в наших исследованиях мы не обнаружили увеличения этого показателя—вязкость крови была $4,3 \pm 0,08$. Гематокритный показатель повысился незначительно— $61 \pm 0,8\%$. Цитохимический состав лейкоцитов также изменен. Содержание гликогена, пероксидазы, цитохромоксидазы и щелочной фосфатазы повышено: $2,04 \pm 0,02$; $2,15 \pm 0,04$; $1,97 \pm 0,06$ и $1,85 \pm 0,04$ единицы соответственно.

Цитограмма печени представляет цитоморфологическую картину нормальной печеночной паренхимы. Она представлена группой однородных эпителиальных образований (гепатоцитов). Форма клеток полигональная, встречаются округлые и несколько вытянутые клетки. Ядро круглое, расположение центральное. Кроме печеночных клеток, в пунктате печени встречалась и примесь крови.

Цитограмма селезенки напоминает пунктат лимфатического узла. Основную массу составляют лимфоидные элементы. Мы не наблюдали разрастания элементов эритроидного ряда.

Костный мозг многоклеточный, наблюдалось достаточное количество мегакариоцитов с активной отшнуровкой тромбоцитов. Однако при оценке пунктата костного мозга, кроме количества подсчитанных клеток, необходимо учитывать соотношение между молодыми и более зрелыми формами нейтрофилов—так называемый индекс созревания нейтрофилов (ИСН), который был в пределах нормы и равнялся 0,6. Кроме того, определяли также лейко-эритробластический индекс (ЛЭИ), отношение количества лейкопоза к числу ядерных элементов эритробластического ряда, который составил 3,5:1,5, что говорит о некотором

разрастании эритроидного ростка костного мозга в условиях гипоксии.

Показатели III серии опытов были как во II серии.

В IV серии опытов количество тромбоцитов и лейкоцитов периферической крови было в пределах нормы, однако число эритроцитов и содержание гемоглобина оставались повышенными. Диаметр и объем эритроцитов повысились до $5,2 \pm 0,12 \mu\kappa$ и $69,1 \pm 3 \mu\kappa^3$. Содержание гликогена, активность ферментов в лейкоцитах периферической крови были нормальными. Цитограмма печени, селезенки и костного мозга не отличалась от нормы. ИСН—0,6; ЛЭИ—4.

В V серии опытов все изучаемые показатели были нормальными.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют, что пребывание животных на высоте 3250 м в течение 3,5 месяцев приводит к адаптации организма к гипоксии, которая сохраняется, по нашим данным, в течение одной недели.

Наращение числа эритроцитов происходило соответственно концентрации гемоглобина.

Отсутствие выраженного усиления эритроидного ростка в костном мозге можно объяснить участием гуморальных регуляторов эритропоэза—эритропоэтинов—в выработке большого количества эритроцитов. М. Г. Кахетелидзе [5] считает, что эритропоэтины действуют на ретикулярные клетки, стимулируя их дифференциацию в клетки эритробластического ряда.

Лейкопения, отмеченная нами, по-видимому, наступила под влиянием функциональной депрессии костного мозга. Это подтверждается показателями ИСН и ЛЭИ.

Уменьшение объема и диаметра эритроцитов происходит вследствие изменения их физико-химического состояния.

Увеличение числа ретикулоцитов обусловлено стимуляцией костного мозга гипоксией, которая приводит к выбросу в кровоток большого количества недоразвитых эритроцитов.

Гематокритный показатель повысился незначительно, по-видимому, это и обуславливает нормальные показатели вязкости крови. С другой стороны, по мнению Krogh [18], в условиях гипоксии открываются некоторые находящиеся в «дремлющем» состоянии капилляры, которые компенсируют непрерывность кровотока.

Уменьшение числа лейкоцитов не привело к снижению их функциональных свойств. На всех этапах исследования мы наблюдали повышенное содержание гликогена и ферментов в них, из чего следует, что оба пути снабжения лейкоцитов энергией—гликолитическое превращение углеводов и окислительное фосфорилирование—не подавлены.

Нормальная цитограмма печени и селезенки свидетельствует о хорошей приспособляемости организма к условиям гипоксии.

Исходя из полученных данных, можно заключить, что в условиях высокогорья в организме животных происходят незначительные, быстро обратимые изменения периферической крови и костномозгового кровообращения, что сопровождается усилением окислительно-восстановитель-

ных процессов в клетках в условиях гипоксии. Это подтверждается данными литературы [10, 12] о возможности благоприятного влияния высокогорья на профилактику и лечение сердечно-сосудистых заболеваний.

Институт кардиологии им. Л. А. Оганесяна

Поступила 10/X 1980 г.

Ն. Գ. ՄԵԼԻԿԻԱՆ, Ա. Գ. ՄԵԼԿՈՒՄՈՎԱ, Մ. Հ. ՎԱՐՈՍՅԱՆ

**ՀԻՊՕՔՍԻԱՅԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԱՐՅԱՆ ԵՎ ԱՐՅՈՒՆԱՍՏԵՂՄ
ՕՐԳԱՆՆԵՐԻ ՄՈՐՖՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ ՎՐԱ**

«Շինշիլա» ցեղի ճագարները 3,5 ամիսների ընթացքում գտնվել են 3250 մ բարձրության վրա: Հետ վերադառնալուց հետո ծայրամասային արյան և արյունաստեղծ օրգանների հետազոտության 1, 3, 8 և 13-րդ օրերը ցույց են տվել, որ բարձրությունը դրական է ազդում ճագարների օրգանիզմի դիմադրողականության վրա, որն ուղեկցվում է բջիջներում օքսիդացման-վերականգնման պրոցեսների բարձրացմամբ: Այս դրույթը հաստատվում է նաև մի քանի հեղինակների տվյալներով, որոնք ցույց են տվել բարձր լեռնային պայմանների դրական ազդեցությունը սիրտ-անոթային հիվանդությունների կանխարգելման և բուժման վրա:

N. G. MELIKIAN, A. G. MELKOUMOVA, M. A. VAROSSIAN

**THE EFFECT OF HYPOXIA ON THE MORPHOLOGIC STRUCTURE
OF THE BLOOD AND HEMOPOIETIC ORGANS**

On rabbits after 3,5 months of their living at the 3250 m altitude it has been studied the morphologic content of the blood and hemopoietic organs. It has been established that in the organism of the animals there take place changes of peripheral blood and medullar hemogenesis, which are accompanied by increase of oxydation-reduction processes in the cells in conditions of hypoxia.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Белецкий П. В., Ло Синь-Мао. Кислородная недостаточность. Киев, 1963.
2. Богданов Л. В. Кислородная недостаточность. Киев, 1963.
3. Войткевич В. П. В кн.: Вопросы кардиологии в условиях высокогорья. М., 1965, стр. 44.
4. Гринштейн Б. Я. В кн.: Вопросы кардиологии в условиях высокогорья, т. 36. М., 1965, стр. 14.
5. Қахетелидзе М. Г. Патологическая физиология и экспериментальная терапия, 1968, 4, стр. 74.
6. Коржуев П. А. Кислородная недостаточность. Киев, 1963.
7. Лир Э. В. Аноксия. М., 1947.

8. Лир Э. В., Стикней К. Гипоксия. М., 1967.
9. Миррахимов М. М. Кислородная недостаточность. Киев, 1963.
10. Миррахимов М. М. Лечение внутренних болезней горным климатом. Л., 1977.
11. Прокопов Г. В., Вигушина Э. И., Гречихина А. А. В кн.: Гиперкапния, гипероксия. Куйбышев, 1973, стр. 124.
12. Сиротинин Н. Н. Кислородная недостаточность. Киев, 1963.
13. Ужанский Л. Г. Физиологические механизмы регенерации крови. М., 1968.
14. Юнусов А. Ю. Физиология крови человека и животных в жарком климате. Ташкент, 1961.
15. Bert P. La Pression barometrique (Paris; Masson, 1878).
16. David O. Deutsches Arch. f. Klin. Med., 109, 129, 1913.
17. Hurtado A. et al. Arch. Intern., Med., 1945, 75, 284—286.
18. Krogh M. Comparative Physiology of Laboratory Mechanism (Phyladelphia, University of Pensilvania) Press. 1941, 99—100.
19. Loewy A., Wittkower F. The Pathology of High Altitude Climate (London, Oxford University). Press., 1937, p. 40—44.
20. Schneider T. C., Havens L. C. Amer. J. Physiol., 1915, 3, 380—383.
21. Sellier These Doc. Med. Bordeaux, 1894—1895.