

УДК [612.111:616.155.194](470.1)

СОСТОЯНИЕ ЭРИТРОНА У ЖИТЕЛЕЙ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

© 2004 г. Г. Н. Дегтева

Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск

Среди функциональных систем, поддерживающих нормальную жизнедеятельность организма, система красной крови эритрон (совокупность эритроидных предшественников и зрелых эритроцитов костного мозга и периферической крови) представляет сложную многоуровневую структуру, способную благодаря наличию эффективных обратных связей сохранять гомеостаз в условиях многофакторного воздействия, осуществляя важную функцию газообмена. Наряду с этим эритроциты выполняют и другие функции, участвуя в водном обмене, в работе буферных систем крови, в адсорбировании токсинов и продуктов расщепления белков, в солевом обмене, различных ферментативных процессах и др. [6]. Кровь тонко отражает действие на организм различных экзогенных и эндогенных факторов.

Сочетание выраженных изменений солнечной активности, своеобразие поведения магнитных полей, колебаний температуры и барометрического давления, высокой влажности и жесткого ветрового режима, резкой фотопериодичности, выраженного УФ-дефицита обуславливает особую структуру климата северных территорий. Это, в свою очередь, предъявляет повышенные требования к организму человека, дает определенную нагрузку на организм северян, заставляя его приспосабливаться к суровым климатическим условиям, координируя реакции отдельных органов и систем [7].

При увеличении экстремальности климатических факторов количество эритроцитов (Эрц.) и общее содержание гемоглобина имеют тенденцию к увеличению как у мужчин, так и у женщин (рис. 1). Цветной показатель при этом имеет тенденцию к снижению.

Надо отметить, что с продвижением на север увеличивается гематокритная величина за счет увеличения среднего объема клеток крови. Так, средний объем эритроцита у мужчин в Заполярье достигает 100—118 мкм³, у жителей г. Архангельска — 94—98 мкм³, а у москвичей этот показатель варьирует в пределах 86—92 мкм³. Об увеличении числа эритроцитов большего размера в крови северян свидетельствуют и данные световой микроскопии мазков крови. Например, у жителей Архангельска удельный вес макроцитов в крови составил $(10 \pm 2,4) \%$, Нарьян-Мара — $(14 \pm 2,1) \%$, а у москвичей — $(6 \pm 1,1) \%$.

Показатели, характеризующие насыщение эритроцита гемоглобином, свидетельствуют о снижении оксигенации крови у жителей высоких широт. С увеличением объема эритроцита в нем закономерно снижается концентрация гемоглобина. При этом средняя концентрация в отдельно взятом эритроците у северян снижена до 0,26 пг/мкм³ при физиологической норме 0,33 пг/мкм³. Такие различия указывают на изменение структуры эритроцита, а также синтеза и упаковки молекул гемоглобина в них.

Воздействие экстремальных климатогеографических и экологических факторов северных территорий на организм со стороны системы красной крови характеризуется усиленным эритродиерезом, сопровождающимся увеличением в периферической крови числа дезэнергизованных эритроцитов. Компенсаторно-приспособительной реакцией системы красной крови человека является интенсификация эритропоэза. Усиленное кроветворение при резком снижении продолжительности жизни эритроцитов приводит к снижению физиологических резервов организма северян и, как следствие, к ускоренному его старению.

Ключевые слова: эритрон, эритроциты, эритропоэз, гемоглобин, анемия, северяне.

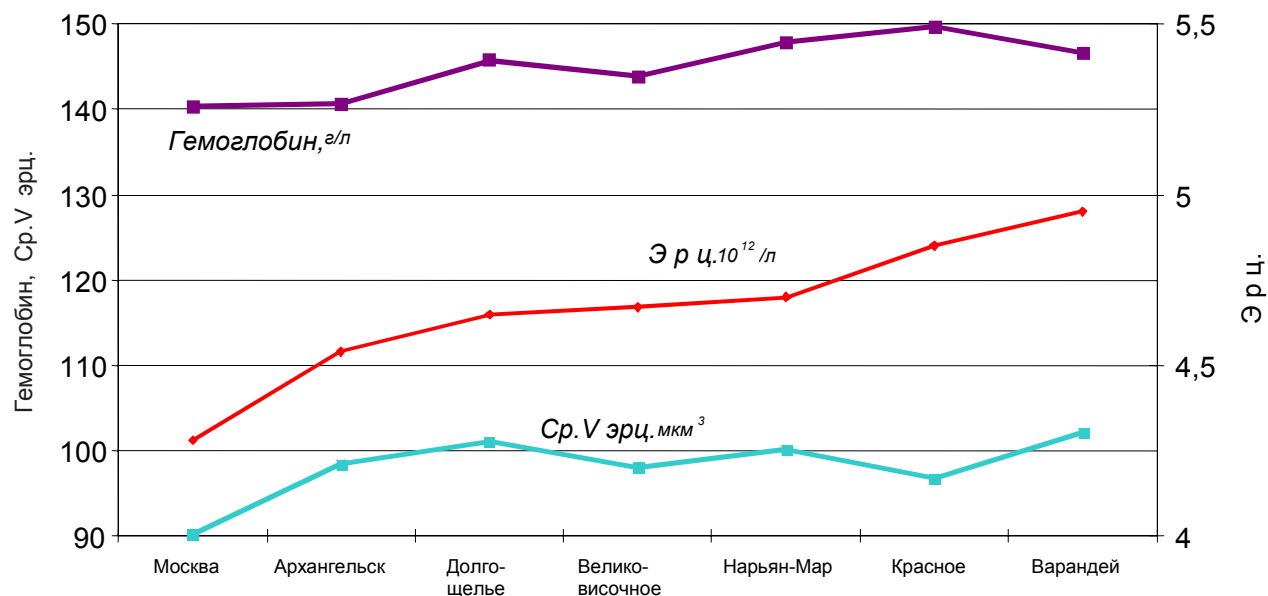


Рис. 1. Показатели красной крови в различных климатических зонах в широтном аспекте

У жителей Заполярья концентрация ионов Na^+ в эритроците выше почти в 3 раза по сравнению с москвичами, а концентрация ионов K^+ , напротив, снижена. Соотношение ионов K^+ в эритроцитах и в плазме крови у северян несколько увеличено, что может свидетельствовать о большей биологической активности клеток.

Снижение содержания АТФ в эритроцитах северян сопровождается изменением концентрации ионов натрия и калия. Следствием деэнергизации эритроцита является увеличение в цитозоле концентрации ионов кальция и уменьшение концентрации АТФ, что приводит к активации процессов ферментативного и неферментативного гидролиза липидов и последующему нарушению барьерной функции плазмалеммы, чем могут объясняться нарушения функции калий-натриевого насоса. Эти процессы могут взаимно ускорять друг друга, а в конечном итоге приводить к разрушению плазмалеммы и соответственно формы эритроцита [4, 7].

У северян в результате физиологического старения эритроцитов происходят существенные изменения конфигурации последних. При преждевременном старении в связи с деэнергизацией появляются и патологические формы эритроцитов. К ним относятся двух- и трехъямочные эритроциты, а также «уродливые» формы эритроцитов. Для жителей экстремальных северных территорий характерен выраженный полиморфизм эритроцитов, который выражается в увеличении таких форм эритроцитов, как стоматоцит, эхиноцит, планоцит и овалоцит, а также других (редко встречающихся) форм (рис. 2 а, б, в).

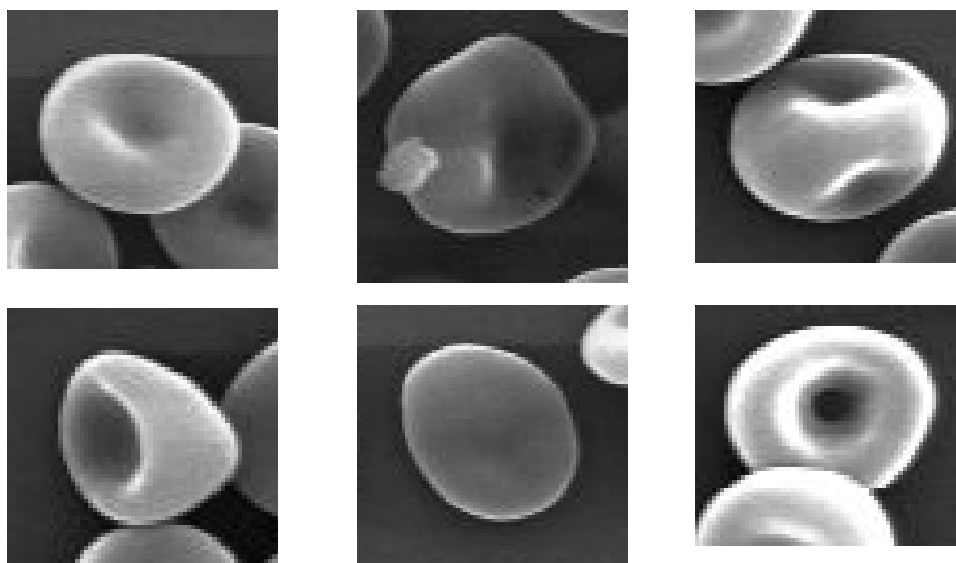
Для поддержания постоянства жизненно важных констант периферической крови в организме показатели эритропоэза располагают большим диапазоном колебаний. Число ретикулоцитов и суточный эритропоэз увеличивается у жителей регионов северного

направления. У обитателей Заполярья число ретикулоцитов и суточный эритропоэз (сут. э-п) значительно выше, чем у москвичей. Обратную зависимость от географического фактора имеет показатель средней продолжительности жизни эритроцитов (СПЖЭ). Изменение СПЖЭ у северян в широтном расположении регионов с юга на север показывает резкое снижение по направлению к северу срока функционирования эритроцитов.

Однако экстремальность и субэкстремальность среды обитания Севера зависит не только от широтных и меридиональных факторов, но и от многих других, обуславливающих в совокупности жизнедеятельность человека в конкретных условиях окружающей среды.

Сравнительная экологическая оценка некоторых биоклиматических критериев в основных местах расселения Архангельской области и Ненецкого автономного округа выявила дополнительные различия в природных признаках, что повлияло на широтные закономерности функционирования системы крови. Так, например, показатель среднего объема (ср. V) эритроцитов в большинстве случаев у архангелогородцев приходится на значения в диапазоне 90—100 мкм^3 , у жителей Нарьян-Мара — от 110 до 120 мкм^3 , а п. Великовисочное, что расположен севернее Нарьян-Мара — от 100 до 110 мкм^3 , и пик больших величин находится ниже. Это обусловлено не только климато-географическим расположением, но и условиями жизнедеятельности местного населения Великовисочного, где жители занимаются лишь сельским хозяйством и рыболовством в отсутствие техногенного экологического прессинга.

В Архангельской области широтные особенности также сказываются некоторыми отклонениями значений гематологических показателей. У жителей Архангельска СПЖЭ ниже, чем у жителей Мезени, распо-



а) деэнергизованные формы эритроцитов

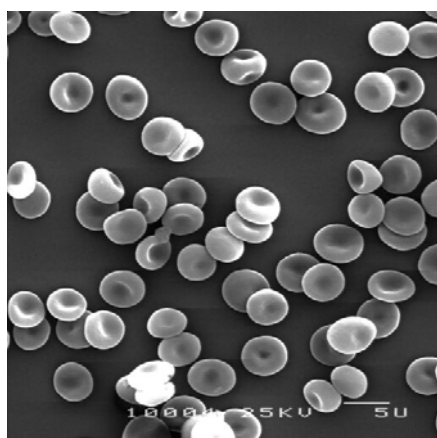
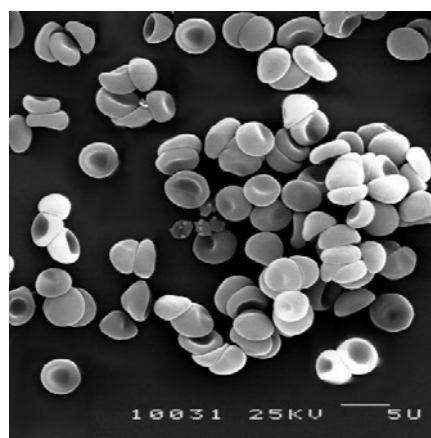
б) эритроциты периферической крови жителя г. Архангельска (муж., 37 лет) (электронная сканирующая микроскопия, масштаб линейки 5 мкм, увеличение $\times 3400$).в) эритроциты периферической крови жителя г. Нарьян-Мара (муж., 43 года) (электронная сканирующая микроскопия, масштаб линейки 5 мкм, увеличение $\times 3400$).

Рис. 2. Архитектоника эритроцитов периферической крови у северян

ложенной севернее. Это объясняется влиянием экологических и социальных факторов. В п. Долгощелье, расположенном на одной широте с Мезенью, СПЖЭ у населения значительно ниже ($p < 0,001$) и составляет лишь $(43,9 \pm 4,03)$ сут (у населения Мезени этот показатель равен $(61,7 \pm 2,43)$ сут). Надо отметить, что Долгощелье находится на территории, где проходит траектория падения ступеней космических ракет, запускаемых с Плесецкого космодрома. На наличие интоксикации у лиц, подверженных влиянию ракетно-космической деятельности в этом регионе, указывают исследования наших коллег [5].

Таким образом, при действии комплекса факторов окружающей среды показатели эритропоэза имеют свои особенности в широтном отношении (рис. 3).

Экстремальные условия северных территорий, приводящие к напряжению функции эритропоэза, не могут не отражаться и на обмене железа, так как эти процессы взаимообусловлены. Величина негеминово-

го железа сыворотки определяется величиной абсорбции, утилизации и разрушения самих эритроцитов, поэтому можно считать, что изменения уровня транспортного железа достаточно точно отражают состояние обмена железа в организме [4].

Параметры обменных процессов железа в организме жителей Архангельской области зависят от широты местности [1]. С продвижением с юга на север содержание сывороточного железа у женщин снижается, однако в районах Приполярья и Заполярья оно несколько возрастает, что, видимо, связано с большей потребностью организма в железе и его накоплением.

Показатели общей железосвязывающей способности сыворотки крови (ОЖСС) и латентной железосвязывающей способности сыворотки крови (ЛЖСС) на севере области возрастают и достигают высоких значений. Так, у жителей Ненецкого автономного округа ОЖСС на 7 %, а ЛЖСС уже на 11 % выше, чем у жителей Котласа. Соответственно этим изменениям

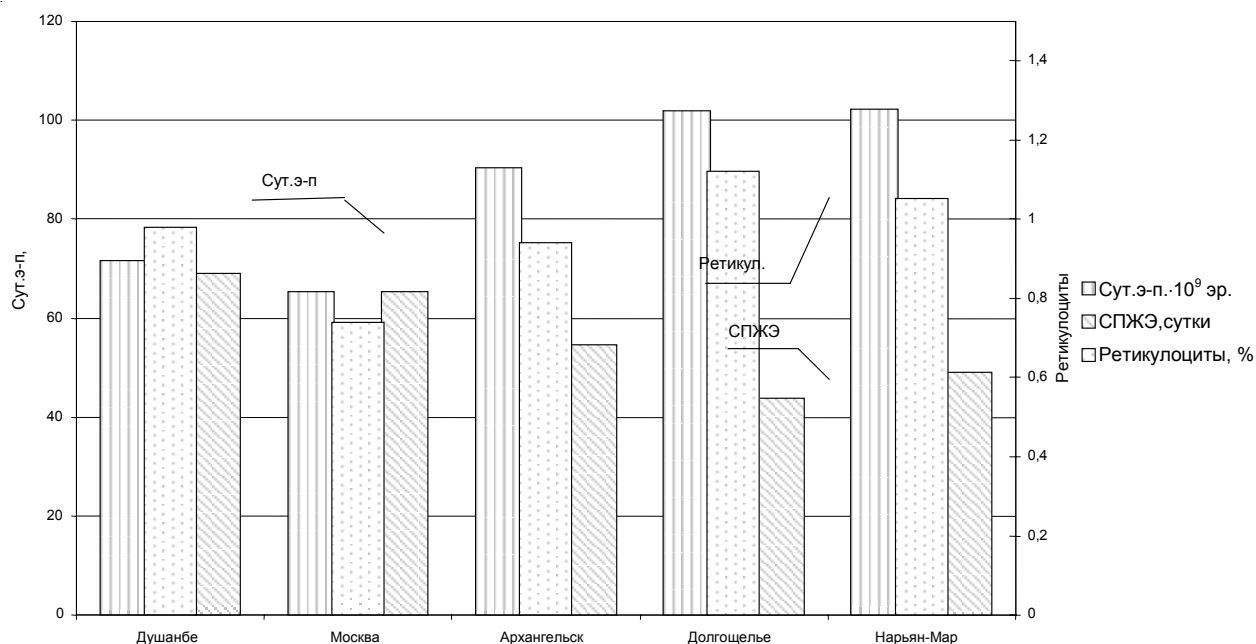


Рис. 3. Показатели эритропоеза у мужчин — жителей различных регионов

колеблется и показатель насыщения трансферрина сыворотки крови железом. Самый низкий процент насыщения трансферрина наблюдается у женщин Архангельска (26,0 %), что характеризует частоту железодефицитных состояний. Удельный вес железодефицитных состояний у женщин Архангельской области по показателям обмена железа в широтном аспекте отображен на рис. 4. Важен вопрос о распространенности латентной формы железодефицитной анемии, которая может привести к истощению резервов железа в организме и развитию анемии.

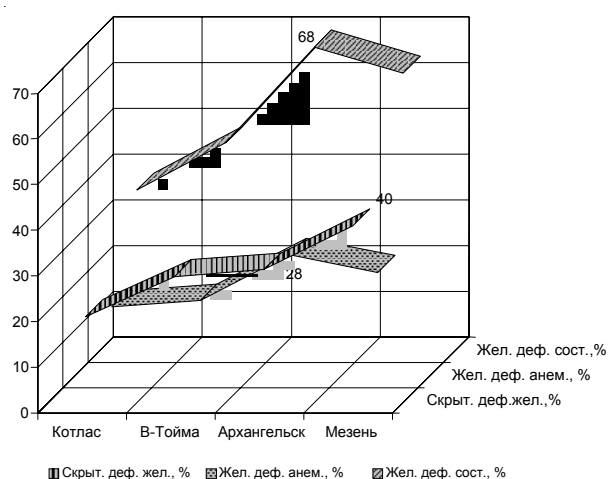


Рис. 4. Удельный вес железодефицитных состояний у женщин Архангельской области.

Исследование костного мозга грудины у практически здоровых лиц, погибших от случайных причин в Заполярье, выявило явные признаки его гиперплазии.

Путем сканирования гистологических срезов установлено увеличение костномозговой кроветворной ткани на 17 % по сравнению с аналогичными исследованиями в Москве. При этом индекс созревания эритробластических элементов составил в среднем 0,8, а соотношение лейкобластических и эритробластических клеток колебалось от 2,1 до 4,8 (в среднем 3,2), т. е. имела место тенденция к гиперплазии эритроидного роста. Построение парциальной эритрограммы на 100 клеток эритроидного ряда выявило заметные отклонения в виде некоторого увеличения удельного веса эритробластов, пронормобластов и базофильных нормобластов у северян. При этом активность эритропоеза плазмы крови у северян значительно повышена.

Прямым доказательством дефицита железа в организме является отсутствие или уменьшение запасного железа в мазках или гистологических срезах костного мозга. При гистохимическом исследовании костного мозга грудины обнаружено низкое количество сидеробластов, а в 65 % случаев зерна гемосидерина вовсе не выявлялись как в мазках, так и в гистологических срезах костного мозга у случайно погибших северян, что свидетельствует об интенсификации эритропоеза и широком распространении скрытого дефицита железа у жителей высоких широт.

Сокращение продолжительности функционирования эритроцитов в кровяном русле и усиление кроветворения является результатом компенсаторно-приспособительной перестройки системы крови в ответ на сочетанное воздействие экстремальных климатогеографических и экологических факторов окружающей среды. Это приводит к снижению физиологических

резервов организма и в конечном итоге к его ускоренному старению. Такова своеобразная физиологическая плата человека за проживание в экстремальных северных регионах.

Список литературы

1. Дегтева Г. Н. Железододефицитные состояния у жителей Крайнего Севера / Г. Н. Дегтева, А. Г. Марачев // Сб. тез. докл. X Всесоюзного симпозиума «Биологические проблемы Севера». — Магадан, 1983. — С. 107—108.
2. Марачев А. Г. Эритропоэз и его регуляция у жителей Севера / А. Г. Марачев // Физиология человека. — 1977. — Т. 3, № 6. — С. 1036—1049.
3. Марачев А. Г. Биоэнергетика эритроцитов у жителей Севера / А. Г. Марачев, В. И. Сороковой, А. В. Корнев и др. // Там же. — 1982. — Т. 8, № 3. — С. 407—415.
4. Петров В. Н. Физиология и патология обмена железа / В. Н. Петров. — Л.: Наука, 1982.
5. Скребцова Н. В. Экологические и медицинские аспекты воздействия жидкого ракетного топлива / Н. В. Скребцова, С. Л. Совершаева // Экология человека. — 2001. — № 1. — С. 73—74.
6. Сороковой В. И. Роль плазмалеммы в процессах старения, элиминации и воспроизводства эритроцитов: микровезикулы плазмалеммы как стимуляторы эритропоэза / В. И. Сороковой, Г. М. Никитина, Н. Н. Моченова // Вестник РАМН. — 1996. — № 9. — С. 35—40.

7. Шрага М. Х. Региональные вопросы общественного здоровья на Европейском Севере / М. Х. Шрага, П. И. Сидоров, Ю. Р. Теддер, Г. Н. Дегтева // Региональные проблемы и управление здоровьем населения России / Под ред. В. Д. Беякова. — М.: Информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзора России, 1996. — С. 233—261.

ERYTHRON CONDITION IN INHABITANTS OF NORTHERN TERRITORIES

G. N. Degteva

Northern State Medical University, Arkhangelsk

Influence of extreme climatic-geographic and ecological factors of northern territories on an organism through the system of red blood is described by intensified erythrodiuresis accompanied by the increase in the number of dienergized erythrocytes in peripheral blood. Compensatory-adaptive reaction of the human system of red blood is erythropoiesis intensification. Intensified hemopoiesis by sharp reduction of erythrocytes life expectancy causes the decrease in physiological reserves of northerners' organisms and consequently to their intensified aging.

Key words: erythron, erythrocytes, erythropoiesis, hemoglobin, anemia, northerners.