

Зайцева Н. С., Багмет А. Д.

СТРЕСС-ИНДУЦИРОВАННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ЭРИТРОЦИТОВ

*Ростовский государственный медицинский университет
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Ростов-на-Дону*

Биологические мембраны играют ключевую роль при адаптации организма к действию различных факторов. Эритроциты, как наиболее высокоспециализированные клетки крови, отличаются особой чувствительностью и повышенной реакционной способностью даже при минимальных стрессовых и патологических воздействиях. В то же время адаптивный потенциал эритроцитов весьма высок, их структурно-функциональные особенности, форма и микроэлементный состав достоверно отражают функциональное состояние организма. Кроме органических элементов (углерод, азот, кислород, водород) в эритроцитах, как и в других клетках организма, в достаточно больших концентрациях содержатся и неорганические химические элементы (калий, кальций, хлор, железо, фосфор, сера, натрий, медь и т. д.) [1]. Ряд элементов, существующих в виде ионов, переносятся в значительных количествах через клеточную мембрану при нормальной жизнедеятельности, однако их равномерное распределение в эритроцитах при этом не изменяется в отличие от клеток, содержащих ядро и органеллы. В связи с вышесказанным, нам представлялось актуальным изучение эритроцитов и ткани почки при эссенциальной и стресс-индуцированной гипертензии.

Материал и методы. Объектами исследования стали 27 пациентов с артериальной гипертензией. У 13 больных (средний возраст — $38,1 \pm 1,5$) была диагностирована стресс-индуцированная артериальная гипертензия (1-я группа), дебютировавшая в условиях острого боевого стресса. Группу контроля составили

14 пациентов (средний возраст — $42,0 \pm 1,85$ года) с эссенциальной формой гипертонической болезни (2-я группа). В обеих группах исследовали эритроциты периферической крови. Каплю периферической крови получали обычным путем при проколе пальца. Эритроциты исследовали в сканирующем электронном микроскопе и проводили рентгеноспектральный микроанализ их химического состава. Спектры снимали с конгломератов эритроцитов, чтобы избежать влияния на результаты сканирования поверхности стекла, на котором монтировался образец. Использовали сканирование по линии, а также сканирование выделенного участка. Исследование было выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской Декларации. Протокол исследования был одобрен Этическим комитетом РостГМУ. До включения в исследование у всех участников было получено письменное информированное согласие.

Результаты и обсуждение. Электронно-микроскопическое исследование эритроцитов в сканирующем микроскопе позволило установить, что большинство клеток при эссенциальной форме гипертонии имеет обычную дисковидную форму. В то же время встречаются единичные деформированные клетки с признаками стоматоцитарной или слабой анизоцитарной трансформации.

При стресс-индуцированной гипертонии трансформированные эритроциты обнаруживаются в большем количестве. Нередко встречаются эхиноциты — клетки-репы, имеющие крупные и мелкие спиккулы, что свидетельствует о повреждении эритроцитарных мембран, изменении эластических свойств клеток, повышенном риске гемолиза.

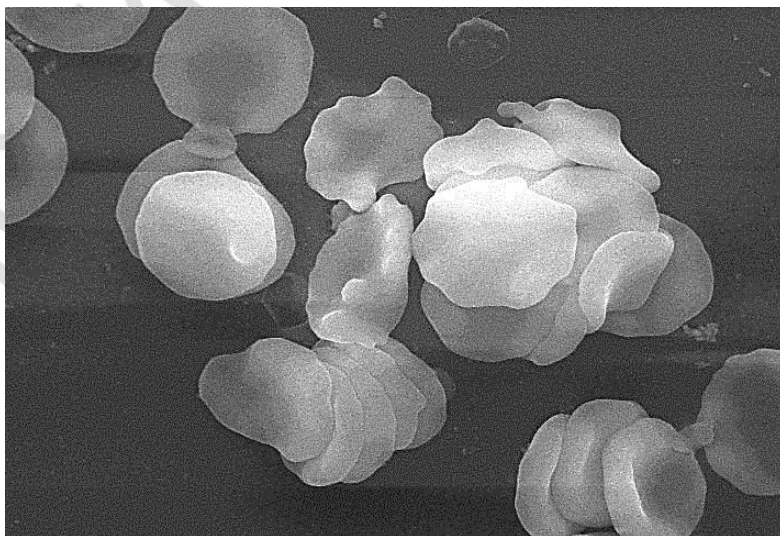


Рис. Многочисленные трансформированные эритроциты при стрессе.

Результаты проведенного рентгеноспектрального микроэлементного анализа эритроцитов приведены в таблице. Как следует из полученных данных (табл.), незначительная достоверная разница между эритроцитами при эссенциальной и стресс-индуцированной гипертонией обнаруживается только по содержанию натрия.

Содержание микроэлементов в эритроцитах при остром стрессе (M±m)

Название элемента	Весовой % в эритроцитах	
	Стресс	Контроль
O	66,03 ± 1,39	67,09 ± 1,41
Na	12,83 ± 0,36	14,09 ± 0,34*
Mg	1,32 ± 0,12	1,80 ± 0,21
P	2,46 ± 0,35	2,51 ± 0,37
S	10,99 ± 0,86	8,50 ± 0,66
Cl	1,40 ± 0,35	1,50 ± 0,31
K	0,29 ± 0,06	0,26 ± 0,05
Ca	0,71 ± 0,10	1,07 ± 0,27
Mn	0,54 ± 0,12	0,34 ± 0,04
Fe	2,65 ± 0,29	2,43 ± 0,40
Cu	0,65 ± 0,11	0,42 ± 0,05

Примечание: * — $p < 0,05$, *** — $p < 0,001$.

В эритроцитах при эссенциальной форме гипертонии содержится на 9 % больше натрия, чем при стресс-индуцированной ее форме ($p < 0,05$). Колебания содержания натрия в эритроцитах, скорее всего, обусловлены различной скоростью работы Na/Li обменника, который, как известно, отражает уровень NaCl чувствительности и резистентности [3]. Наши данные свидетельствуют в пользу NaCl чувствительности эритроцитов больных с эссенциальной гипертонией. Повышение содержания хлора в эритроцитах указывает на нарушение анионообмена между эритроцитами и окружающей средой, то есть о снижении способности эритроцитов удалять из тканей углекислоту [2]. Изменения соотношения кальций/магний считается одним из патогенетических звеньев формирования гипертонии. Увеличение содержания кальция и снижение содержания магния в эритроцитарных мембранах (люди) и в гладкомышечных клетках (спонтанно гипертензивные крысы) наблюдается при эссенциальной гипертонии (результаты 17-летних наблюдений) и четко коррелирует с цифрами давления крови [3].

Выводы. По результатам исследования отмечены более значимые изменения микроэлементного состава и ультраструктуры эритроцитов в серии со стресс-индуцированной формой гипертонии. Нам представляется очевидным, что этот факт обусловлен этиологией гипертонии. Резкий дисбаланс в регуляции функционирования сердечно-сосудистой системы, возникший в результате острого стресса, вызывает необходимость не менее резких адаптивно-приспособительных процессов, в первую очередь, на уровне клеток крови [4]. Эритроцитарные мембраны, мембраны других клеток, вынуждены активно включаться в обеспечение адекватного ионного гомеостаза в новых условиях путем активации или угнетения ионотранспортных процессов и перестройки мембранных белков.

Полученные данные позволяют предположить, что стресс-индуцированная гипертония на данной стадии является обратимым процессом при условии соответствующей фармакологической коррекции, поскольку формирование нового уровня ионного гомеостаза клеток еще не завершено.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gladwin, M. T. The biochemistry of nitric oxide and hemoglobine:role in blood flow regulation / M. T. Gladwin, J. H. Crawford, R. P. Patel // *Radic. Biol. Med.* 2004. Vol. 36 (6). P. 707–17.
2. *Diminished* L-arginine bioavailability in hypertension / M. Moss [et al.] // *Clin. Sci. (Lond.)*. 2004. Vol. 107 (4). P. 391–397.
3. Бархина, Т. Г. Экологическая морфология клеток периферической крови в норме и патологии / Т. Г. Бархина, Т. М. Никитина, А. С. Черных // *Успехи современного естествознания*. 2006. № 1. С. 35–36.
4. *Актуальные* вопросы медицинских морфологических дисциплин / А. Д. Багмет [и др.] ; под ред. В. П. Волкова. Новосибирск : СибАК, 2014. 136 с.

Zaitseva N. S., Bagmet A. D.

The changes of microelement composition of red blood cells in stress

Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia

The aim was to study the features of microelement composition and ultrastructure of erythrocytes manifested in conditions of acute combat stress. We examined 13 patients (mean age of 38.1 ± 1.5 years), suffering from stress-induced hypertension, that debuted during participation in hostilities, and in 14 patients (mean age of 42.0 ± 1.85 years) with essential arterial hypertension. We studied erythrocytes by means of scanning electron microscopy and x-ray microanalysis. More significant changes in the elemental composition and ultrastructure of erythrocytes were revealed in patients with stress-induced arterial hypertension. Transformations of the ultrastructure and elemental composition of red blood cells reflected the high activity of the response of the cell membranes on more pronounced neurohumoral changes of the regulation in acute stress.

Key words: stress, trace elements, erythrocytes.