

© Р. Т. Гулиева

DOI: [10.15293/2226-3365.1404.08](https://doi.org/10.15293/2226-3365.1404.08)

УДК 577.3

## СОСТОЯНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТНОЙ СИСТЕМЫ В КРОВИ У ПАЦИЕНТОВ С ДЕФИЦИТОМ ГЛЮКОЗО-6-ФОСФАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ

Р. Т. Гулиева (Баку, Азербайджан)

*В работе исследовано состояние перекисного окисления липидов (ПОЛ) и антиоксидантный статус, оцениваемый по активности глутатионпероксидазы (ГП) и содержанию селена в эритроцитах и их лизатах у здоровых доноров и у пациентов с наследственным дефицитом глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (Г-6-ФД).*

*Установлено, что содержание малонового диальдегида (МДА) в эритроцитах у пациентов с патологией Г-6-ФД по сравнению с донорами, достоверно повышено. У этих же пациентов содержание селена в эритроцитах и активность ГП в лизате эритроцитов понижены. Показано, что при воздействии электрических полей высокой напряженности в зависимости от времени экспозиции увеличивается накопление продуктов ПОЛ (МДА) в эритроцитах и уменьшается активность ГП в лизатах эритроцитов у пациентов с патологией Г-6-ФД. В этой связи для пациентов с патологией Г-6-ФД для поддержания структурно-функциональной активности эритроцитов вопрос обогащения организма антиоксидантами, в том числе селеном, представляется актуальным.*

**Ключевые слова:** *глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа, перекисное окисление липидов, глутатионпероксидаза, селен, антиоксиданты, эритроциты, электрические поля высокой напряженности.*

Проведенные ранее исследования показали снижение кислородтранспортной функции, окислительной устойчивости и продолжительности жизни эритроцитов у пациентов с наследственным дефицитом фермента глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (Г-6-ФД) [1–2]. Многие авторы связывают это с нарушением состояния антиоксидантного статуса крови и ее компонентов и, в первую очередь, с интенсификаций ПОЛ в эритроцитах при патоло-

гии Г-6-ФД [3–5]. В этом отношении представляет определенный интерес изучение ныне широко распространенного окислительно-модифицирующего фактора внешней среды – электрического поля высокой напряженности (50 кВ/м) на эритроциты с недостаточностью энзима Г-6-ФД (эта энзимопатия характерна для населения Азербайджана), учитывая их повышенную чувствительность к окислительному стрессу.

\* Работа выполнена при поддержке Фонда развития науки при Президенте Азербайджанской Республики – Grant № EIF/GAM-1-2011-2(4)-26/10/3

Гулиева Ругия Таирага – научный сотрудник лаборатории Экологической биофизики, Институт физики НАН Азербайджана.

E-mail: [ruhiyya.guliyeva@yahoo.com](mailto:ruhiyya.guliyeva@yahoo.com)

В связи с этим интересно было изучить картину развития ПОЛ и величины антиоксидантных факторов – содержания селена и активности глутатионпероксидазы (ГП) в эритроцитах (суспензия и лизаты) у пациентов с патологией Г-6-ФД.

#### Методы исследования

Опыты проводились как на эритроцитах, так и на лизатах эритроцитов доноров и пациентов с дефицитом Г-6-ФД. Суспензии эритроцитов получали по методу Доджа [6].

В работе оценивали изменения содержания малонового диальдегида (МДА), селена и активности ГП в эритроцитах и их лизатах.

Содержание МДА в пробах определяли по методу Менгеля [8], активность ГП – по методу Моина [9]. Содержание селена в исследуемых образцах (лизаты и суспензии эритроцитов) определяли флуориметрически с применением специфического селенчувствительного реагента – 2,3-диаминонафталина [7]. Для оценки устойчивости эритроцитов к окислительному стрессу изучали влияние электрического поля высокой напряженности (ЭПВН) на развитие ПОЛ и активность ГП в пробах, подверженных

воздействию поля интенсивностью 50 кВ/м в течение одних и четырех суток при температуре 12 °С. В наших предыдущих работах было установлено, что ЭПВН 50 кВ/м при экспозиции свыше восьми часов могут носить окислительно-деструктивный характер [5]. Гемоглобин определяли стандартным цианидным методом [10]. Полученные данные подвергались статистической обработке с использованием *t*-критерия Стьюдента [11].

#### Результаты и их обсуждение

В первой серии опытов было рассмотрено содержание МДА в суспензиях эритроцитов доноров и пациентов с дефицитом Г-6-ФД. Было найдено, что содержание МДА у доноров -волонтеров ( $n=15$ ) равно  $5,20 \pm 0,24$  нмоль/мл, а у пациентов с наследственным дефицитом Г-6-ФД ( $n=18$ ) оно увеличено и доходит до  $8,93 \pm 0,87$  нмоль/мл. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что активность ГП у пациентов с дефицитом Г-6-ФД в 1,7 раза меньше по сравнению с донорами. У пациентов с патологией Г-6-ФД также наблюдали тенденцию к уменьшению содержания селена по сравнению с донорами (табл. 1).

**Таблица 1**

*Содержание МДА, активность ГП и статус селена в эритроцитах пациентов с патологией Г-6-ФД ( $n = 18$ ) и доноров-волонтеров ( $n = 15$ )*

Содержание МДА в эритроцитарной массе, нмоль/мл		Активность ГП, мкМ/мин на 1 г гемоглобина (Hb)		Содержание селена в эритроцитарной массе, мкг/мл	
Донор	Г-6-ФД	Донор	Г-6-ФД	Донор	Г-6-ФД
$5,20 \pm 0,24$	$8,93 \pm 0,87^*$	$420 \pm 32$	$250 \pm 27^*$	$0,116 \pm 0,018$	$0,078 \pm 0,022$

*Примечание* – здесь и далее знаком \* отмечены достоверные различия ( $P < 0,05$ ).

Во второй серии опытов изучали влияние ЭПВН на содержание МДА в эритроцитах и активность ГП в лизатах эритроцитов у пациентов с дефицитом Г-6-ФД. Полученные данные свидетельствуют о достоверном влиянии ЭПВН на показатели ПОЛ. Содержание МДА после восьмичасовой экспозиции ЭПВН увеличивалось как у доноров, так и у пациентов с патологией Г-6-ФД. Далее при суточной экспозиции ЭПВН во всех экспериментальных группах отмечалось некоторое снижение содержания МДА, которое вновь

достоверно увеличивалось на четвертые сутки эксперимента. ЭПВН влияло и на активность ГП в лизатах эритроцитов. У проб, подвергнутых действию ЭПВН в течении восьми часов, активность ГП в лизатах эритроцитов была несколько повышена, что, возможно, является проявлением стресс-реакции. При более длительной экспозиции ЭПВН наблюдалось снижение активности ГП во всех группах (табл. 2).

Таблица 2

*Влияние ЭПВН на накопление МДА и активность ГП в суспензии и лизатах эритроцитов у доноров и пациентов с патологией Г-6-ФД в разные временные экспозиции*

Временные экспозиции	Восьмой час		Первые сутки		Четвертые сутки		
	МДА, нмоль/мл	ГП, мкМ/мин на 1 г Hb	МДА, нмоль/мл	ГП, мкМ/мин на 1 г Hb	МДА, нмоль/мл	ГП, мкМ/мин на 1 г Hb	
Донор	контроль	5,82 ± 0,60	370 ± 23	5,40 ± 0,15	280 ± 18	12,34 ± 0,8	102 ± 13
	опыт	6,93 ± 0,13*	430 ± 29	5,83 ± 0,11*	210 ± 23*	9,36 ± 0,12*	62 ± 12*
Г-6-ФД	контроль	9,44 ± 0,07	210 ± 18	8,02 ± 0,08	160 ± 25	10,30 ± 0,10	47 ± 11
	опыт	11,08 ± 0,16*	260 ± 17*	10,31 ± 0,07*	123 ± 19	14,60 ± 0,15*	23 ± 8

Таким образом, на основании представленных результатов можно прийти к заключению, что у пациентов с патологией Г-6-ФД высокий уровень ПОЛ в эритроцитах сопровождается уменьшением антиоксидантных факторов, связанных селеном. Эритроциты

пациентов Г-6-ФД характеризуются высокой чувствительностью к действию ЭПВН, о чем свидетельствуют изменения параметров ПОЛ (МДА) и антиоксидантной системы (активность ГП) после действия электрического поля высокого напряжения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Luzatto L.** Regulation of the activity of glucose-6-phosphate dehydrogenase by NAD<sup>+</sup> and NADPH. *Biochim Biophys Acta*. 1967, vol. 146, pp. 18–25.
2. **Peters A. L., Van Noorden C. J. F.** Glucose-6-phosphate Dehydrogenase Deficiency and Malaria: Cytochemical Detection of Heterozygous G-6-PD Deficiency in Women. *J. Histochem.*, 2009, vol. 57, no. 11, pp. 1003–1011.

3. **Hatfield D. L., Berry M. J., Gladyshev V. N.** *Selenium: its molecular biology and role in human health*. 2<sup>nd</sup> Ed. Springer. New York, 2006, 419 p.
4. **Гусейнов Т. М.** Экология селена и его функциональная роль как природного антиоксидантного фактора. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. док. биол. наук – М., 1993. – 45 с.
5. **Huseynov T.M., Quliyeva R.T., Dadashov M.Z., Bagirova E.J., Mamedova T.A., Yahyayeva F.R.** Oxidative stability of red blood cells with different saturation with selenium to the effects of power frequency electric field. *The Eight International Conference on Technical and Physical Problems in Power engineering*. Fredrikstad., Norway, 5-7 September, 2012, pp.431-434.
6. **Dodge J. T., Mitchell C., Hanahas D. J.** The preparation and chemical characteristics of hemoglobin-free ghosts of human erythrocytes. *Arch. Biochem. Biophys. Acta*. 1963, vol. 100, pp. 119–130.
7. **Назаренко И. И., Кислова И. В., Гусейнов Т. М., Кислов А. М., Мкртчян М. А.** Флуориметрическое определение селена 2,3-диаминонафталином в биологических материалах // *Аналит. химия*. – 1975. – № 4. – С. 733–738.
8. **Mengel C. F., Kann H. E.** Effect of in vivo hyperoxid of erythrocytes, III in vivo peroxidation of erythrocytes lipid. *J. Nutr. Chemical Invest*, 1966, vol. 45, pp. 1150–1159
9. **Моин В. М.** Простой специфический метод определения активности глутатионпероксидазы в эритроцитах // *Лаб. Дело*. – 1986. – № 12. – С. 724–727.
10. **Haemoglobin** Cyanide Standard Preparation. International Committee for Standardization in Haematology. *World Health Org. Tech. Rep*, 1967, Ser. 384, pp. 14.
11. **Худсон Д. Ж.** *Статистика для физиков*. – М.: Мир, 1990. – 242 с.

Guliyeva Rugiya Tairaga, Research Associate, Institute of Physics,  
Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan.  
E-mail: [ruhiyya.guliyeva@yahoo.com](mailto:ruhiyya.guliyeva@yahoo.com)

## STATUS OF ANTIOXIDANT PROTECTION SYSTEM IN BLOOD OF PATIENTS WITH GLUCOSE-6-PHOSPHATE DEHYDROGENASE DEFINITION\*

### Abstract

We have investigated the status of lipid peroxidation (LPO) and antioxidant status, as measured by the activity of glutathione peroxidase (GP) and the content of selenium in red blood cells and their lysates from donors and patients with a hereditary deficiency of glucose-6-phosphate dehydrogenase (G-6-PD). It is established that the content of malondialdehyde (MDA) in patients with pathology of G-6-PD in erythrocytes compared with donors significantly increased. The same patients selenium content in red blood cells, the activity of GP in the lysate of erythrocytes decreased. It is shown that when exposed to electric fields of high intensity, depending on the exposure time increases the accumulation of lipid peroxidation products in erythrocytes (MDA) and decreases the activity of GP in lysates of red blood cells with abnormal G-6-PD. It follows that for patients with pathology of the G-6-PD to maintain the structural-functional activity of the red blood cells of the body and the issue of enrichment number of other antioxidants, including selenium, seems relevant.

### Keywords

lack of the enzyme G-6-PD, LPO, GP, selenium, antioxidants, red blood cells, red blood cell lysates, the electric fields of high intensity

## REFERENCES

1. Luzatto L. Regulation of the activity of glucose-6-phosphate dehydrogenase by NAD<sup>+</sup> and NADPH. *Biochim Biophys Acta*. 1967, vol. 146, pp. 18–25.
2. Peters A. L., Van Noorden C. J. F. Glucose-6-phosphate Dehydrogenase Deficiency and Malaria: Cytochemical Detection of Heterozygous G-6-PD Deficiency in Women. *J. Histochem.*, 2009, vol. 57, no. 11, pp. 1003–1011.
3. Hatfield D. L., Berry M. J., Gladyshev V. N. *Selenium: its molecular biology and role in human health*. 2<sup>nd</sup> Ed. Springer. New York, 2006, 419 p.
4. Huseynov T. M. *Environmental selenium and its functional role as a natural antioxidant factor*. Abstr. Dr. Biol. Sc. Diss. Moscow, 1993, 45 p. (In Russian)
5. Huseynov T.M., Quliyeva R.T., Dadashov M.Z., Bagirova E.J., Mamedova T.A., Yahyayeva F.R. Oxidative stability of red blood cells with different saturation with selenium to the effects of power frequency electric field. *The Eight International Conference on Technical and Physical Problems in Power engineering*. Fredrikstad., Norway, 5-7 September, 2012, pp.431-434
6. Dodge J. T., Mitchell C., Hanahas D. J. The preparation and chemical characteristics of hemoglobin-free ghosts of human erythrocytes. *Arch. Biochem. Biophys. Acta*. 1963, vol. 100, pp. 119–130.
7. Nazarenko I. I., Kislova I. V., Guseynov T. M. et al. Fluorimetric definition of selenium by 2,3-diaminonaphthalin in biological materials. *J. Anal. Chem*, 1975, vol. 30, no. 4, pp. 733–738. (In Russian)



8. Mengel C. F., Kann H. E. Effect of in vivo hyperoxid of erythrocytes, III in vivo peroxidation of erythrocytes lipid. *J. Nutr. Chemical Invest*, 1966, vol. 45, pp. 1150–1159.
9. Moin V. M. Simple and specifically method of definition of GPx activity in erythrocytes. *Lab. Work*, 1986, no. 12, pp. 724–727. (In Russian)
10. Haemoglobin Cyanide Standard Preparation. International Committee for Standardization in Haematology. *World Health Org. Tech. Rep*, 1967, Ser. 384, pp. 14.
11. Khudson D. J. *Statistics for physics*. Moscow, World Publ., 1990, 242 p. (In Russian)

---

\*This work was supported by the Science Development Fund under the President of Azerbaijan Republic – Grant № EIF/GAM-1-2011-2(4)-26/10/3