

## ГРУППО-СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГЕМОПОЭТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА В НОРМЕ И У БОЛЬНЫХ ГЕМОФИЛИЕЙ

Косякова Ю.А., Давыдкин И.Л., Гильмиярова Ф.Н., Гергель Н.И., Гусякова О.А., Селезнева И.А., Епифанова А.А., Гильмутдинов Р.Г.

ГБОУ ВПО Самарский государственный медицинский университет Минздрава России, 443099, г. Самара

**Резюме.** Цель исследования – оценка гемопоэтического потенциала при различной групповой принадлежности крови по системе АВО путем изучения антигенных и морфологических особенностей эритроцитов, содержания эритропоэтина. Обследованы доноры: 2954 мужчин и 2719 женщин, а также 300 больных гемофилией в период госпитализации по поводу кровотечений различной локализации. У здоровых лиц с разной АВО-групповой принадлежностью крови выявлены антигенные и морфологические особенности эритроцитов, разный уровень плазменного эритропоэтина, что свидетельствует о неодинаковом эритропоэтическом потенциале. При геморрагиях у больных гемофилией риск развития анемии ассоциирован с группой крови по системе АВО: при O(I)-группе крови высок риск развития тяжелой анемии на фоне желудочно-кишечных кровотечений, A(II)-группа крови является фактором риска развития анемии с затяжным течением, при B(III)-группе крови имеется риск легкой анемии. У больных гемофилией с AB(IV)-группой крови анемии диагностированы в единичных случаях.

**Ключевые слова:** эритропоэтин; антигены системы АВО и резус; эритроцитарные индексы; доноры; больные гемофилией.

Для цитирования: Гематология и трансфузиология. 2015; 60 (1): 18-21.

### GROUP-SPECIFIC HEMOPOIETIC POTENTIAL IN HEALTH INDIVIDUALS AND HEMOPHILIA PATIENTS

Kosyakova Yu.A., Davydkin I.L., Gilmiyarova F.N., Gergel N.I., Gusyakova O.A., Seleznyova I.A., Epifanova A.A., Gilmutdinov R.G.

Samara State Medical University, 443099, Samara, Russia

**Summary.** The hemopoietic potential was studied by evaluating the erythrocyte antigenic and morphological characteristics and erythropoietin content in donors (2954 men and 2719 women) and 300 patients with hemophilia. Antigen characteristics and morphology of erythrocytes in normal subjects with different ABO groups and different levels of plasma erythropoietin indicated their different erythropoietic potentials. The risk of development of anemia in hemophilia patients with hemorrhages was associated with the ABO groups: blood group O(I) was associated with a high risk of severe anemia, blood group A(II) was a risk factor for protracted anemia, group B(III) was associated with a risk of slight anemia. Patients with AB(IV) blood group developed anemia in isolated cases.

**Key words:** erythropoietin; ABO and rhesus antigens; erythrocyte indexes; donors; hemophilia patients

Citation: Gematologiya i transfuziologiya. 2015; 60 (1): 18-21.

Клиническое течение гемофилии может отличаться при одной и той же активности дефицитного фактора свертывания крови. Актуально исследование факторов риска развития кровотечений и постгеморрагической анемии [1], от которой в известной степени зависит исход заболевания. Представляет интерес выяснение возможной связи эритропоэза с антигенами системы АВО, от которых, как известно, зависит биологическая вариабельность клеточного состава крови и метаболизма в норме и при патологии [2, 3]. Это позволит выделить группы повышенного риска развития осложненной при наследственных коагулопатиях.

Цель исследования – оценка гемопоэтического потенциала при различной групповой принадлежности крови по системе АВО путем изучения антигенных и морфологических особенностей эритроцитов, содержания эритропоэтина.

#### Для корреспонденции:

Косякова Юлия Анатольевна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной терапии с курсом трансфузиологии ГБОУ ВПО Самарский государственный медицинский университет Минздрава России.

Адрес: 443099, г. Самара, ул. Чапаевская, д. 89.

E-mail: Kosyuyy1@yandex.ru

#### Corresponding author:

Kosyakova Yulia, MD, PhD, docent (Kosyuyy1@yandex.ru).

### Материалы и методы

Обследованы 5673 донора на Оренбургской областной станции переливания крови (2954 мужчин и 2719 женщин), средний возраст которых составил  $35,3 \pm 1,3$  года и  $33,1 \pm 1,2$  года соответственно. На базе Самарского НИИ гематологии, трансфузиологии и интенсивной терапии проанализированы результаты обследования при госпитализациях по поводу кровотечений различной локализации 278 больных гемофилией А и 22 больных гемофилией В, средний возраст которых составил  $28,9 \pm 0,8$  года и  $29,8 \pm 0,8$  года соответственно. Госпитализировали 133 больных тяжелой гемофилией, 104 – гемофилией средней тяжести, 63 – гемофилией легкой степени тяжести. Все больные получали заместительную терапию препаратами дефицитных факторов свертывания (иммунат, октанат, гемоктин СДТ, иммунин) в режиме «по требованию» согласно моделям 4.3. и 4.4. протокола ведения больных с гемофилией от 01.10.09, включенному в национальный стандарт РФ [4]. В венозной крови доноров и больных с помощью автоматического гематологического анализатора Sysmex KX21 («Roche», Япония) определяли концентрации гемоглобина, эритроцитов и эритроцитарные индексы. Антигены эритроцитов в крови доноров определяли на автоматическом комплексе для иммуногематологических исследований Хемос СП ("Bio-rad Laboratories", США) с программным обеспечением Nemos MR методом агглютинации

Таблица 1

Показатели эритроцитов у клинически здоровых мужчин и женщин с различной АВО-групповой принадлежностью крови ( $M \pm m$ )

Показатель	Пол	Группа крови			
		O(I)	A(II)	B(III)	AB(IV)
Эритроциты, $\cdot 10^{12}/л$	М	4,85 $\pm$ 0,03	4,79 $\pm$ 0,03	4,89 $\pm$ 0,05	4,91 $\pm$ 0,07
	Ж	4,38 $\pm$ 0,04	4,37 $\pm$ 0,04	4,44 $\pm$ 0,04	4,41 $\pm$ 0,07
Гемоглобин, г/л	М	145,5 $\pm$ 0,9	145,2 $\pm$ 1,0	148,6 $\pm$ 1,2	144,8 $\pm$ 2,7
	Ж	127,9 $\pm$ 1,3	128,4 $\pm$ 1,0	129,9 $\pm$ 1,1	129,1 $\pm$ 2,1
MCV, фл	М	86,2 $\pm$ 0,4	87 $\pm$ 0,33	86,8 $\pm$ 0,42	85 $\pm$ 0,89
	Ж	85,7 $\pm$ 0,5	86,1 $\pm$ 0,5	86 $\pm$ 0,6	86,9 $\pm$ 1,1
MCH, пг	М	30 $\pm$ 0,2	30,3 $\pm$ 0,1	30,5 $\pm$ 0,2	29,5 $\pm$ 0,4
	Ж	29,2 $\pm$ 0,2	29,5 $\pm$ 0,2	29,5 $\pm$ 0,2	29,3 $\pm$ 0,4
MCHC, г/л	М	347,3 $\pm$ 8,2	348,1 $\pm$ 6,4	351,0 $\pm$ 14,2 $p_{III-IV} = 0,04$	346,1 $\pm$ 25,7
	Ж	341,5 $\pm$ 15,7	342,6 $\pm$ 11,4	343,2 $\pm$ 13,1	337,1 $\pm$ 19,6

Примечание.  $p$  – статистически значимые различия между показателями при разных группах крови.

и гель-фильтрации в полиакриламидном геле с помощью 96-луночной микропланшетной и гелевой технологии Scangel Bio-rad со специфическими моноклональными антителами и антиглобулиновым реагентом. У 96 доноров – мужчин определяли концентрацию эритропоэтина с помощью системы иммунного анализа ("Beckman Coulter Access", США). Антигены системы АВО определяли в прямой и перекрестной реакциях, используя стандартные эритроциты Reverscan A<sub>1</sub>B.

Статистическую обработку результатов исследования проводили с помощью компьютерной программы Statistica 6.0. Согласно требованиям доказательной медицины рассчитывали относительные риски (RR) и 95% доверительные интервалы относительных рисков (95% CI). Фактором риска считали тот, для которого величина показателя относительного риска и доверительный интервал были больше единицы [5]. Расчеты проводили с помощью компьютерной программы Calculator for confidence intervals of relative risk (DJR Hutchon).

### Результаты

По группам крови доноров распределяли следующим образом:

у мужчин: группа O(I) – 31,3%; A(II) – 36%; B(III) – 24,8%; AB(IV) – 7,9%;

у женщин: группа O(I) – 32%; A(II) – 39%; B(III) – 20%; AB(IV) – 9%.

Характеристики эритроцитов отличались при различной АВО-групповой принадлежности крови (табл. 1). Количество эритроцитов было наименьшим у лиц с A(II)-группой крови как у мужчин (4,79  $\pm$  0,03  $\cdot 10^{12}/л$ ), так и у женщин (4,37  $\pm$  0,04  $\cdot 10^{12}/л$ ). Средний объем эритроцитов был наибольшим у мужчин с A(II)-группой крови (87  $\pm$  0,33 фл) и у женщин с AB(IV)-группой крови (86,9  $\pm$  1,1 фл). У лиц обоего пола с B(III)-группой крови обнаружены максимальные значения содержания гемоглобина (у мужчин 148,6  $\pm$  1,2 г/л, у женщин 129,9  $\pm$  1,1 г/л), среднего содержания эритроцитов – MCH (у мужчин 30,5  $\pm$  0,2 пг, у женщин 29,5  $\pm$  0,2 пг), концентрации гемоглобина в эритроците – MCHC (у мужчин

Таблица 2

Относительные риски встречаемости антигенов системы резус у здоровых мужчин с различной АВО-групповой принадлежностью крови; RR (95% CI)

Фенотип	Группа крови			
	O(I)	A(II)	B(III)	AB(IV)
C+c+C <sup>w</sup> -D+E-e+	1,1(1–1,2)	1,3(1,2–1,4)	0,9(0,8–0,9)	0,9(0,9–1,1)
C+c-C <sup>w</sup> -D+E-e+	0,9(0,8–1,1)	1(0,9–1,1)	1(0,9–1,2)	1,1(0,9–1,3)
C-c+C <sup>w</sup> -D+E-e+	1(0,9–1,1)	0,9(0,8–1,1)	1(1,1–1,3)	1(0,8–1,2)
C+c+C <sup>w</sup> -D+E+e+	0,9(0,8–1,1)	1(0,9–1,1)	0,9(0,8–0,9)	1,1(1–1,3)
C-c+C <sup>w</sup> -D+E+e+	0,9(0,7–1)	1,1(0,9–1,3)	1(0,9–1,2)	1(0,8–1,3)
C-c+C <sup>w</sup> -D+E+e-	1,3(1,0–1,6)	1,1(0,8–1,4)	0,8(0,6–1,1)	0,9(0,8–0,9)
C+c+C <sup>w</sup> +D+E+e+	1(0,7–1,5)	0,8(0,5–1,2)	1,3(1,0–1,9)	1(0,5–1,7)
C+c-C <sup>w</sup> +D+E+e+	1(0,7–1,5)	0,9(0,6–1,3)	1(0,6–1,6)	1,4(0,8–2,4)
C-c+C <sup>w</sup> -D+E+e+	1(0,7–1,5)	1,1(0,7–1,6)	1(0,6–1,6)	0,9(0,8–0,9)
C+c+C <sup>w</sup> +D+E+e	1,2(0,7–2,1)	0,8(0,4–1,3)	1(0,5–1,9)	1,1(0,5–2,5)
C+c+C <sup>w</sup> -D+E+e+	0,9(0,5–1,6)	1,2(0,7–2)	0,8(0,4–1,5)	1(0,5–2,2)
C+c+C <sup>w</sup> -D+E+e	2,1(0,3–15)	0	0	8,1(1,1–57)
C+c-C <sup>w</sup> -D+E+e+	1,4(0,2–8,4)	0,5(0,1–4,3)	0,9(0,1–7,6)	2(0,2–18)
C+c+C <sup>w</sup> +D+E+e+	0	0	0	0
C-c+C <sup>w</sup> +D+E+e+	0,5(0,1–4,7)	1,3(0,2–7,7)	2,3(0,4–13,6)	0
C-c+C <sup>w</sup> +D+E+e-	2,1(0,1–33,8)	1,9(0,1–30,7)	0	0
C-c+C <sup>w</sup> -D+E+e+	0,8(0,2–4,3)	2,6(0,6–11,4)	0,6(0,1–4,7)	0

351  $\pm$  14,2 г/л, у женщин 343,2  $\pm$  13,1 г/л). Показатель MCHC у мужчин с B(III)-группой крови был статистически значимо выше, чем при AB(IV)-группе крови ( $p_{III-IV} = 0,04$ ).

Обнаружены различия в антигенном спектре системы резус эритроцитов у здоровых мужчин при разной АВО-групповой принадлежности крови. Среди антигенов наиболее часто встречались следующие: C (66,9%), c (80,5%), D (81,4%) и e (96,1%). У доноров с O(I)-группой крови наблюдался наиболее выраженный полиморфизм антигенов системы резус, были выделены 17 фенотипов, 6 из которых редкие с частотой встречаемости 0,1%. Отмечено уменьшение полиморфизма антигенов системы резус от O(I) к AB(IV)-группе крови за счет редких форм. Расчет относительных рисков (табл. 2) позволил выявить наиболее типичные эритроцитарные фенотипы для различных групп крови: при O(I)-группе крови – C-c+C<sup>w</sup>-D+E+e (RR = 1,3; 95% CI 1,0–1,6); при A(II)-группе крови C+c+C<sup>w</sup>-D+E-e+ (RR = 1,3; 95% CI 1,2–1,4); при B(III)-группе крови C+c+C<sup>w</sup>+D+E-e+ (RR = 1,3; 95% CI 1,0–1,9); при AB(IV)-группе крови C+c+C<sup>w</sup>-D+E+e- (RR = 8,1; 95% CI 1,1–57). Вероятно, имеются особенности эритропоэза, связанные с групповой принадлежностью крови системы АВО, в связи с чем при различных группах крови образуются эритроциты, отличающиеся по антигенной структуре, объему, содержанию гемоглобина.

Определение в крови содержания эритропоэтина – гормона, ответственного за дифференцировку клеток эритрона [6], подтвердило данное предположение (табл. 3). Согласно полученным результатам, у здоровых мужчин с A(II)-группой активности эритропоэтина в крови была максимальной. Продукция этого гормона в нормальных условиях, по данным

Таблица 3

Концентрация эритропоэтина (в МЕ/мл) в крови клинически здоровых мужчин при различной АВО-групповой принадлежности крови

Группа крови	$M \pm m$	95%-доверительный интервал среднего	Медиана
O(I)	9,02 ± 1,39	5,92–12,12	7,01
A(II)	10,83 ± 1,18 $p_{II-IV} = 0,01$	8,23–13,42	10,97
B(III)	9,28 ± 1,41	6,15–12,42	7,69
AB(IV)	6,69 ± 0,94	4,60–8,77	6,32

литературы [6], контролируется на уровне гена гипоксией тканей, а не абсолютным числом циркулирующих эритроцитов.

Наблюдения за больными гемофилией выявили

Таблица 4

Динамика показателей клеток эритроидного ряда при кровотечениях у больных гемофилией А с различной АВО-групповой принадлежностью крови на фоне заместительной гемостатической терапии ( $M \pm m$ )

Показатель	Период	Группа крови			
		O(I)	A(II)	B(III)	AB(IV)
		$n_1 = 134;$ $n_{2,3} = 79$	$n_1 = 86;$ $n_{2,3} = 30$	$n_1 = 50;$ $n_{2,3} = 46$	$n_1 = 10;$ $n_{2,3} = 6$
Эритроциты, $\cdot 10^{12}/л$	1	4,8 ± 0,1 $p_{I-IV} = 0,02$	4,8 ± 0,1 $p_{II-IV} = 0,02$	4,9 ± 0,1 $p_{III-IV} = 0,04$	5,2 ± 0,1
	2	4,0 ± 0,4 $p_{I-IV} = 0,04$	4,2 ± 0,4	3,3 ± 0,8 $p_{III-IV} = 0,03$ $p_{1-2} = 0,04$	5 ± 0,2
	3	4,5 ± 0,4	4,1 ± 0,4 $p_{II-IV} = 0,02$	3,4 ± 0,9 $p_{III-IV} = 0,04$	5,5 ± 0,5
Гемоглобин, г/л	1	138,6 ± 4,8	131,8 ± 4,7 $p_{II-IV} = 0,03$	128,9 ± 5,1 $p_{III-IV} = 0,01$	148 ± 3,7
	2	116,4 ± 13,7	120,5 ± 4,1 $p_{II-IV} = 0,02$	118 ± 22,5	142 ± 4
	3	108,2 ± 14,8 $p_{I-IV} = 0,01$	105,6 ± 18 $p_{II-IV} = 0,01$	107 ± 27	160 ± 5 $p_{2-3} = 0,02$
MCV, фл	1	87,6 ± 1,2 $p_{I-IV} = 0,03$	85,4 ± 1,5	82,5 ± 2,4	82,9 ± 0,3
	2	87,7 ± 1,4 $p_{I-IV} = 0,04$	87,9 ± 4,1	89,3 ± 1,3 $p_{III-IV} = 0,02$ $p_{1-2} = 0,02$	83,6 ± 0,5
	3	84,8 ± 2,0	84,3 ± 0,8	91,4 ± 1,4 $p_{III-IV} = 0,02$ $p_{1-3} = 0,04$	83,5 ± 0,5
MCH, пг	1	28,4 ± 0,6	27,3 ± 0,8	26,8 ± 0,9	28,4 ± 0,2
	2	28,5 ± 0,9	28,3 ± 2,0	29,8 ± 0,3	28,5 ± 0,5
	3	26,5 ± 1,2	25,9 ± 2,2	30,4 ± 0,6 $p_{1-3} = 0,02$	29 ± 0,5
MCHC, г/л	1	323,4 ± 3,8 $p_{I-IV} = 0,02$	322,1 ± 4,1 $p_{II-IV} = 0,03$	318,2 ± 6,5 $p_{III-IV} = 0,01$	338,0 ± 3,8
	2	325,3 ± 7,2	317,5 ± 11,4	332,1 ± 9,3	339,0 ± 2,7
	3	312,6 ± 8,1	308,2 ± 19,1	331,0 ± 10,7	340,1 ± 15,4
Ретикулоциты, %	1	11,8 ± 2,4	8,6 ± 1,2 $p_{II-III} = 0,04$	15,9 ± 3,0	10,3 ± 3,7
	2	7 ± 2,1	12,5 ± 7,5	19 ± 6,9	15,8 ± 5,8
	3	33,5 ± 15,5	28,3 ± 14,0 $p_{II-III} = 0,02$	65 ± 9 $p_{2-3} = 0,01$	13,2 ± 1,9 $p_{III-IV} = 0,01$

Примечание. 1 – при поступлении; 2 – на 5–10-й день госпитализации; 3 – на 11–15-й день госпитализации.  $n_1$  – количество исследований при поступлении;  $n_2$  – количество исследований на 5–10-й день госпитализации;  $n_3$  – количество исследований на 11–15-й день госпитализации.

неодинаковые изменения клеточного состава крови при кровотечениях, что было ассоциировано с различной АВО-групповой принадлежностью крови, тогда как разница в частоте постгеморрагической анемии при гемофилии А и гемофилии В была не существенной. Снижение концентрации гемоглобина ниже 130 г/л зарегистрировано у 29% больных гемофилией А и у 32% больных гемофилией В. Среди 211 больных гемофилий с кровотечениями без развития анемии O(I)-группа крови встречалась у 43% больных, A(II) – у 28%, B(III) – у 24%, AB(IV) – у 5%. У 89 больных гемофилией с анемией O(I)-группа крови встречалась у 27%, A(II) – у 41%, B(III) – у 30%, AB(IV) – у 2% больных. Расчет относительных рисков показал, что у больных с O(I)-группой крови имеется высокий риск развития тяжелой анемии при желудочно-кишечных кровотечениях, массивных межмышечных гематомах (RR = 4,4; 95% CI 1,6–12,2); с A(II)-группой крови относительный риск развития анемии составил 1,5 (95% CI 1,1–2,1), как правило, концентрация гемоглобина не опускалась ниже 70 г/л. Для больных гемофилией с B(III)-группой крови было свойственно развитие анемии легкой степени (RR = 1,2; 95% CI 1,1–1,6). Для больных с AB(IV)-группой крови развитие анемизирующих кровотечений не характерно. Следует отметить, что содержание дефицитного фактора свертывания ниже 1% наиболее часто встречался у больных с группами крови A(II) (RR = 1,3; 95% CI 1,0–1,6) и AB(IV) (RR = 1,6; 95% CI 1,0–3,1). Для больных гемофилией с группами крови O(I) и B(III) было характерно содержание дефицитного фактора свертывания 1–5% (RR = 1,5; 95% CI 1,0–2,0) и выше 5% (RR = 2,8; 95% CI 1,1–7,0) соответственно.

Далее оценили ответную реакцию системы кроветворения на кровопотерю при гемофилии А на фоне заместительной терапии препаратами дефицитного фактора свертывания крови VIII (ФVIII) в режиме «по требованию» по динамике показателей клеток эритроидного ряда (табл. 4). Выявлены признаки недостаточного эритропоэза при кровотечениях у больных гемофилией с группами крови O(I), A(II), B(III). У больных с группами крови O(I), A(II) наблюдалась тенденция к снижению показателей количества эритроцитов, содержания гемоглобина, среднего объема эритроцитов (MCV), MCH и MCHC во все периоды госпитализации при увеличении содержания ретикулоцитов. Следует отметить, что у больных с группой крови A(II) при поступлении содержание ретикулоцитов было самым низким ( $8,6 \pm 1,2\%$ ;  $p_{II-III} = 0,04$ ), к концу госпитализации на фоне гемостатической терапии показатель MCHC был наименьшим –  $308,2 \pm 19,1$  г/л.

У больных с группой крови B(III) на фоне снижения содержания эритроцитов и гемоглобина на 5–10-й день госпитализации отмечено повышение показателей MCV, MCH, MCHC,

содержание ретикулоцитов было максимальным на второй неделе госпитализации и составило  $65 \pm 9\%$ . У больных гемофилией с группой крови АВ(IV) показатели эритроцитов и гемоглобина были наибольшими при поступлении и увеличивались уже ко второй неделе госпитализации.

### Обсуждение

Полученные результаты свидетельствуют о разном гемопоэтическом потенциале у здоровых лиц при О(I) – АВ(IV) группах крови, что подтверждается неодинаковым содержанием плазменного эритропоэтина, разной антигенной структурой эритроцитов, разной концентрацией гемоглобина в одном эритроците. Известно, что МСНС – стабильный, генетически детерминированный показатель, связанный со структурой клетки [7].

О неодинаковом гемопоэтическом потенциале, ассоциированном с АВО-групповой принадлежностью крови, у больных гемофилией свидетельствовали разные сроки восстановления клеточного состава крови на фоне стандартной терапии, соответствующей содержанию дефицитного фактора свертывания. Статистически подтверждена связь развития постгеморрагической анемии различной степени тяжести с АВО-групповой принадлежностью крови. Результаты проведенных исследований позволят формировать группы повышенного риска тяжелых анемизирующих кровотечений, что откроет перспективы индивидуализировать систему вторичной профилактики и лечения геморрагического синдрома у больных гемофилией.

### Выводы

1. У здоровых лиц с разной АВО-групповой принадлежностью крови выявлены антигенные и морфологические особенности эритроцитов, разное содержание плазменного эритропоэтина, что свидетельствует о неодинаковом эритропоэтическом потенциале.

2. При геморрагиях у больных гемофилией риск развития анемии ассоциирован с группой крови по системе АВО: при О(I)-группе крови высок риск развития тяжелой анемии на фоне желудочно-кишечных кровотечений, А(II)-группа крови является фактором риска развития анемии с затяжным течением,

при В(III)-группе крови имеется риск легкой анемии. У больных гемофилией с АВ(IV)-группой крови анемии диагностированы в единичных случаях.

### ЛИТЕРАТУРА [ REFERENCES ]

1. Косякова Ю.А., Давыдкин И.Л., Степанова Т.Ю., Куртов И.В., Кудинова Н.А. Оценка синдрома анемии при гемофилии. *Вестник РУДН*. 2010; 4: 258–60.
- [Kosyakova Yu.A., Davydkin I.L., Stepanova T.Yu., Kurtov I.V., Kudina N.A. Anemia syndrome assessment at hemophilia. *Vestnik RUPP*. 2010; 4: 258–60]. (in Russian)
2. Гильмиярова Ф.Н., Радомская В.М., Тергель Н.И., Гусякова О.А., Сидорова И.Ф. *Группы крови: биологическая вариабельность клеточного состава и метаболизма в норме и патологии*. М.: Известия; 2007.
- [Gilmiyarova F.N., Radomskaya V.M., Gergel N.I., Gusyakova O.A., Sidorova I.F. *Blood types: biological variability of cell-like structure and a metabolism in norm and pathology*. Moscow: Izvestiya; 2007]. (in Russian)
3. Гусякова О.А., Зубова И.А., Гильмиярова Ф.Н. Биологическая вариабельность основных гемостазиологических показателей, ассоциированная с групповой АВО-принадлежностью. В кн.: Давыдкин И.Л., Кондурцев В.А., Бобылев С.А. *Основы клинической гемостазиологии*. Самара: Офорт; 2009: 96–124.
- [Gusyakova O.A., Zubova I.A., Gilmiyarova F.N. The biological variability of the main indexes of a hemostasis associated with blood types of system of ABO. In: Davydkin I.L., Kondurtsev V.A., Bobylev S.A. *Bases of a clinical gemostaziology*. Samara: Ofort; 2009: 96–124]. (in Russian)
4. Андреев Ю.Н., Баркаган З.С., Буевич Е.И., Вдовин В.В., Воробьев А.И., Воробьев П.А. и др. Национальные стандарты Российской Федерации. Протоколы ведения больных: Болезнь Виллебранда (ГОСТ Р 52600.1-2008). Гемофилия (ГОСТ Р 52600.3-2008). М.: НЬЮДИАМЕД, 2009.
- [Andreev Yu.N., Barkagan Z.S., Buevich E.I., Vdovin V.V., Vorobiov A.I., Vorobiov P.A., et al. National standards of the Russian Federation. Protocols of maintaining patients: Angiohemophilia (State standard specification P 52600.1-2008). Hemophilia (State standard specification P 52600.3-2008). Moscow: NYUDIAMED; 2009]. (in Russian)
5. Покровский В.И., Брико Н.И., ред. *Общая эпидемиология с основами доказательной медицины*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2008.
- [Pokrovskiy V.I., Briko N.I., eds. *The common epidemiology with fundamentals of evidential medicine*. Moscow: GEOTAR-Media; 2008]. (in Russian)
6. Павлов А.Д., Морщакова Е.Ф., Румянцев А.Г. *Эритропоэз, эритропоэтин, железо. Молекулярные и клинические аспекты*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2011.
- [Pavlov A.D., Morshchakova E.F., Rumyantsev A.G. *Erythropoiesis, erythropoietin, iron. Molecular and clinical aspects*. Moscow: GEOTAR-Media; 2011]. (in Russian)
7. Антонов В.С., Богомолова Н.В., Волков А.С. *Автоматизация гематологического анализа. Интерпретация показателей гемограммы*. Саратов: изд-во Саратовского медицинского университета; 2008.
- [Antonov V.S., Bogomolova N.V., Volkov A.S. *Automation of the hematology analysis. Interpretation of indexes of a hemogram*. Saratov: Saratov State Medical University; 2008]. (in Russian)

Поступила 12.04.13

Received 12.04.14

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2015

УДК 615.387.014.4.015.44

## ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭРИТРОЦИТОВ ПРИ ИХ КОНСЕРВАЦИИ

Левин Г.Я., Сухарева Е.Г.

ФГБУ Нижегородский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии Минздрава России, 603155, г. Нижний Новгород, Россия

**Резюме.** Цель исследования – изучение влияния консервации эритроцитов на электрофоретическую подвижность (ЭФП) и морфологию красных клеток крови. Эритроциты выделяли из крови 30 доноров, заготовленной в консерванте ЦФДА-1. ЭФП изучали с помощью светового микроскопа в специальной камере, в которую помещали Ag/AgCl-электроды. Морфологию эритроцитов изучали с помощью светового микроскопа Primo Star («Carl Zeiss», Германия). Микровезикулы (МВ) выделяли из суспензии эритроцитов с помощью ультрацентрифугирования при 100 000 г. Установлено, что при консервации эритроцитов происходит значительное снижение их ЭФП. Одной из важных причин этого является образование МВ, связанное, в том числе, с диск-сферической трансформацией эритроцитов: развивается выраженный анизоцитоз и пойкилоцитоз. Более быстрое и значительное изменение этих процессов