

УДК [611.018.5:612.017.1](470.345)

DOI: 10.33396/1728-0869-2020-6-22-28

## ИММУННЫЕ АНТИТЕЛА У ЭТНИЧЕСКИХ ГРУПП МОКША И ЭРЗЯ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ

© 2020 г. Л. А. Гусаченко, \*О. Г. Литовченко

БУ ВО ХМАО – Югры «Сургутский государственный университет», г. Сургут; \*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (Национальный исследовательский университет)»

Иммунные антитела системы АВО встречаются часто, но не с таким постоянством, как естественные анти-А и анти-В антитела. Они являются результатом гипериммунизации изо- или гетероиммунного характера и принадлежат к классу IgG. Исследование сыворотки на наличие иммунных антител системы АВО, Rh необходимо для диагностики случаев гемолитической болезни новорожденных при АВО, Rh-конфликтной беременности. Клинически значимые иммунные антитела эритроцитарных систем, способные вызывать *in vivo* разрушение эритроцитов, имеют большое значение в трансфузиологии и иммуногематологии. Наиболее частая причина их возникновения – аллоиммунизация антигенами эритроцитов в процессе родов. *Целью* настоящего исследования явилось определение особенностей иммунных антиэритроцитарных антител у жителей Республики Мордовия, относящихся к этническим группам мокша и эрзя. *Методы.* В одномоментном поперечном исследовании приняли участие случайным образом отобранные в семи районах Республики Мордовия 294 и 387 человек этнических групп мокша и эрзя соответственно. Выявление IgG анти-А, анти-В системы АВО проводили методом инактивации дисульфидных связей в молекулах IgM с использованием 5 % раствора унитиола, затем методом прямой агглютинации при комнатной температуре стандартными эритроцитами O(I), A(II), B(III) группы. Исследование неполных антиэритроцитарных антител других систем проводили непрямой пробой Кумбса с применением гелевой технологии. *Результаты.* При исследовании иммунных антител системы АВО выявлено от 10,61 до 16,00 % анти-А антител и от 2,27 до 6,38 % анти-В антител как у мужчин, так и у женщин мокша и эрзя. Исследовали иммунные антиэритроцитарные антитела: у мокша анти-D (0,34 %), а у эрзя анти-D (0,26 %) и анти-Kell (0,26 %). Шкала иммуногенности антигенов эритроцитов в исследованных группах: A>B>D>K. Вычислили индекс аллоиммунизации трансфузионно опасными антигенами: для мокша – 0,34, для эрзя – 0,52. *Выводы:* физиологически иммунная система у мокша и эрзя активно реагирует выработкой антител и подвержена иммунизации групповыми антигенами.

**Ключевые слова:** мокша, эрзя, группы крови АВО, иммунные антитела, титр, антиэритроцитарные антитела, шкала иммуногенности, индекс сенсibilизации

## IMMUNE ANTIBODIES IN MOKSHA AND ERZYA ETHNIC GROUPS OF THE REPUBLIC OF MORDOVIA

L. A. Gusachenko, \*O. G. Litovchenko

Surgut State University, Surgut, Russia; \*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «South Ural State University (National research university)»

ABO system's immune antibodies are common, but not as persistent as natural anti-A and anti-B antibodies. They are the result of hyper immunization of an iso- or heteroimmune nature and belong to the IgG class. The study of serum for the presence of immune antibodies of the ABO, Rh system is necessary for the diagnosis of hemolytic disease cases of newborns with ABO, Rh-conflict pregnancy. Clinically significant immune antibodies of erythrocyte systems capable to cause *in vivo* destruction of red blood cells are of great importance in transfusiology and immunohematology. The most common cause of their occurrence is alloimmunization with red blood cell antigens during childbirth. The *aim* of this study was to determine the characteristics of the immune anti-erythrocyte antibodies in residents of the Republic of Mordovia belonging to the ethnic groups of Moksha and Erzya. *Methods.* The cross-sectional study involved 294 people from the Moksha and 387 people and Erzya ethnic groups, randomly selected in 7 districts of the Republic of Mordovia. Detection of IgG anti-A, anti-B ABO systems was performed by inactivation of disulfide bonds in IgM molecules using a 5 % unitiol solution and then by direct agglutination method at indoor temperature with standard red blood cells of group O(I), A(II), and B(III). The study of incomplete anti-erythrocyte antibodies of other systems was performed by indirect Coombs' test using gel technology. *Results.* The study of immune antibodies of the ABO system revealed from 10.61 to 16.00 % of anti-A antibodies and from 2.27 to 6.38 % of anti-B antibodies in both men and women Moksha and Erzya. We studied immune anti-erythrocyte antibodies: anti-D 0.34 % in Moksha and anti-D 0.26% and anti-Kell 0.26 % antibodies in Erzya. The scale of immunogenicity of red blood cell antigens in the studied groups: A>, B>, D> and K>. The alloimmunization index of transfusion-hazardous antigens was calculated as 0.34 for Moksha and 0.52 for Erzya. *Conclusions.* Physiologically, the immune system in Moksha and Erzya actively reacts with antibody's production and it is sensitive to immunization by the group of antigens.

**Key words:** Moksha, Erzya, ABO blood groups, immune - antibodies, titer, anti-erythrocyte antibodies, immunogenicity scale, sensitization index

### Библиографическая ссылка:

Гусаченко Л. А., Литовченко О. Г. Иммунные антитела у этнических групп мокша и эрзя Республики Мордовия // Экология человека. 2020. № 6. С. 22–28.

### For citing:

Gusachenko L. A., Litovchenko O. G. Immune Antibodies in Moksha and Erzya Ethnic Groups of the Republic of Mordovia. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2020, 6, pp. 22-28.

Исследование аллоиммунизации антигенами эритроцитов имеет значение как изучение глобального популяционного хронобиологического процесса, отличающегося своеобразием в отдельных расах и этнических группах, населяющих различные географические зоны. Изучение этого ранее мало исследованного аспекта аллоиммунизации представляется особенно важным как для совершенствования прикладной трансфузиологии, так и для установления общих популяционных проявлений антителообразования [5, 8].

Иммунные антитела системы АВО являются результатом гипериммунизации изо- или гетероиммунного характера и принадлежат к классу IgG, в популяциях встречаются часто, но не с таким постоянством, как естественные анти-А и анти-В антитела [7, 14, 17, 18, 20]. Антигены групп крови А и В при трансфузиях АВО-несовместимой крови, беременностях АВО-несовместимыми плодами способны вызвать образование иммунных анти-А и/или анти-В антител. Ряд исследователей описывают экзогенные пути иммунизации, зависящие от окружающей среды, перенесение некоторых инфекций может быть стимулирующим фактором образования антител к эритроцитам групп А(II) и В(III) [7, 9, 10, 13, 15, 19].

Кроме антиэритроцитарных антител системы АВО огромную роль играют клинически значимые иммунные антитела других эритроцитарных систем, способные вызывать *in vivo* разрушение эритроцитов. Наиболее частая причина их возникновения — аллоиммунизация антигенами эритроцитов в процессе родов (редко в течение беременности) или при переливании компонентов крови [4, 8, 9, 16, 20].

Исследование сыворотки на наличие антител против антигенов эритроцитов с высокой иммуногенностью необходимо для диагностики случаев гемолитической болезни новорожденных при конфликтной беременности [6, 12].

Располагая частоту антител в убывающем порядке, можно составить шкалу иммуногенности антигенов эритроцитов или шкалу приоритета трансфузионно опасных антигенов. В зависимости от количества антител рассчитывается степень, уровень аллоиммунизации населения конкретной географической зоны, что называют «индексом аллоиммунизации» населения, его можно сравнить со специфическим параметром, характеризующим ту или иную популяцию в медицинском, биологическом, антропологическом и геногеографическом аспектах [5].

Присутствие в крови иммунных антиэритроцитарных антител встречается независимо от расовых, этнических, популяционных различий. Аллоиммунизация антигенами клеточных и плазменных элементов крови регулируется тремя основными параметрами: частотой антигенов, их иммуногенностью и частотой индивидуумов с высоким иммунным ответом в популяции. Это естественный непрерывный популяционный процесс [5], который позволяет установить различие или сходство физиологического статуса популяций с позиции своеобразия состояния адаптированности [3].

Частота встречаемости антиэритроцитарных антител у населения Республики Мордовия мало изучена.

Целью настоящего исследования явилось определение особенностей иммунных антиэритроцитарных антител у жителей Республики Мордовия, относящихся к этническим группам мокша и эрзя.

Для достижения поставленной цели нами были определены следующие задачи:

- определить иммунные антитела системы АВО у женщин и мужчин мокша и эрзя различных районов Республики Мордовия;
- определить частоту встречаемости иммунных антител против антигенов эритроцитов систем Rh-Hr, Kell, Daffy, Kidd, Lewis, P, MNS, Lutheran, Xg;
- составить шкалу иммуногенности антигенов эритроцитов с учетом системы АВО в обследованных группах;
- вычислить индекс аллоиммунизации трансфузионно опасными антигенами.

### Методы

В одномоментном поперечном исследовании приняли участие случайным образом отобранные в семи районах Республики Мордовия 294 и 387 человек этнических групп мокша и эрзя соответственно. Проведено обследование в Краснослободском, Торбеевском, Ковылкинском, Инсарском (территории расселения мокша), Большеигнатовском, Ардатском, Дубенском (территории расселения эрзя), Теньгушевском (в этом районе проживает обособленная группа эрзя с шокшинским диалектом эрзянского языка) районах. В исследовании принимали участие у мокша 200 женщин и 94 мужчины, у эрзя — 255 женщин, 132 мужчины старше 18 лет. Материалом исследования служила венозная кровь. Обязательным условием включения в обследование было добровольное письменное информированное согласие. Обследование проводилось с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации и Директивах Европейского сообщества (8/609 ЕС).

Определяли частоту встречаемости групп крови у мужчин и женщин этнических групп мокша и эрзя населения Республики Мордовия.

Для инактивации IgM использовали 5 % раствор унитиола, разрушающий дисульфидные связи в молекулах иммуноглобулинов М. Выявление IgG анти-А, анти-В затем проводили методом прямой агглютинации при комнатной температуре стандартными эритроцитами O(I), A(II), B(III) группы.

Для определения антител использовали три образца эритроцитов (CCDee, ccDEE, ccdeeK), которые содержат антигены C, c, E, e, C<sup>v</sup>, K, k, Fy<sup>a</sup>, Fy<sup>b</sup>, Lu<sup>a</sup>, Lu<sup>b</sup>, Jk<sup>a</sup>, Jk<sup>b</sup>. При обнаружении антител их идентификацию проводили 11-клеточной панелью эритроцитов, содержащей антигены (D, C, E, c, e, Kell, Daffy, Kidd, Lewis, P, MNS, Lutheran, Xg). Исследование неполных антиэритроцитарных антител проводили непрямой пробой Кумбса с применением гелевой технологии.

Индекс аллоиммунизации (Q) рассчитывали по формуле:

$$Q = \frac{X}{N} \times 100 \%,$$

где X – число лиц, содержащих антитела, N – общее число исследованных [2, 6, 8].

Статистическую значимость различий показателей, выраженных в процентах, вычисляли по методу углового преобразования Фишера. Сравнение проводили между показателями мужчин и женщин мокша, мужчин и женщин эрзя, между мужчинами мокша и эрзя, между женщинами мокша и эрзя, между мужчинами и женщинами мокша и эрзя. Различия считались

Таблица 1

Частота встречаемости (%) неполных антиэритроцитарных антител системы АВ0 у мужчин (n = 32) и женщин (n = 68) мокша, у мужчин (n = 41) и женщин (n = 80) эрзя Республики Мордовия в O(I) группе крови

Титр естественных антител		Титр иммунных антител													
		анти-А 1:2 анти-В не обн.	анти-А 1:4 анти-В не обн.	анти-А 1:8 анти-В не обн.	анти-А 1:16 анти-В не обн.	анти-А 1:2 анти-В 1:2	анти-А 1:4 анти-В 1:2	анти-А 1:4 анти-В 1:4	анти-А 1:4 анти-В 1:8	анти-А 1:8 анти-В 1:2	анти-А 1:8 анти-В 1:4	анти-А 1:16 анти-В 1:4	анти-А 1:32 анти-В 1:8	анти-А не обн. анти-В 1:2	анти-А не обн. анти-В 1:4
Мокша															
α-16 β-8	женщины	2,94	1,47	1,47											
	мужчины	9,37*	3,12												
α-16 β-16	женщины	1,47						1,47							
	мужчины														
α-16 β-32	женщины														
	мужчины														
α-32 β-16	женщины	4,41	1,47	1,47											
	мужчины	3,12												3,12	
α-32 β-32	женщины			1,47											
	мужчины					3,12				3,12					
α-64 β-16	женщины		1,47												
	мужчины														
α-64 β-32	женщины	2,94	2,94	1,47					1,47						
	мужчины		3,12						3,12						
α-128 β-32	женщины														
	мужчины							3,12			3,12				
α-128 β-64	женщины	1,47			1,47	1,47	1,47			1,47			1,47		
	мужчины			3,12											
Эрзя															
α-16 β-8	женщины	1,25*	1,25		1,25										
	мужчины		2,44												
α-16 β-32	женщины					1,25		1,25							
	мужчины														
α-32 β-16	женщины	2,5	3,75												
	мужчины				2,44										
α-32 β-32	женщины	1,25		1,25											
	мужчины														
α-64 β-16	женщины														
	мужчины			4,88											
α-64 β-32	женщины		2,5	1,25			1,25								
	мужчины	4,88	2,44												
α-64 β-64	женщины	1,25			1,25	2,5				1,25	1,25				
	мужчины														
α-64 β-128	женщины														
	мужчины			2,44											
α-128 β-32	женщины		1,25												
	мужчины														
α-128 β-64	женщины						1,25				1,25				
	мужчины														
α-256 β-256	женщины														1,25
	мужчины														

Примечание. \* – статистически значимые различия (φ) p < 0,01.

статистически значимыми при  $p < 0,05$ . Полученный цифровой материал обрабатывали с использованием программы MS Excel и STATISTICA 8.0 [11].

**Результаты**

Распределение групп крови у обследованных лиц выглядело следующим образом:

мужчины мокша –  $O(I) > A(II) > B(III) > AB(IV)$ ,  
 женщины мокша –  $A(II) > O(I) > B(III) > AB(IV)$ ,  
 мужчины эрзя –  $A(II) > O(I) > B(III) > AB(IV)$ ,  
 женщины эрзя –  $A(II) > O(I) > B(III) > AB(IV)$ .

Проведено исследование неполных антиэритроцитарных антител системы ABO у мокша и эрзя Республики Мордовия первой, второй, третьей групп крови.

При исследовании иммунных антител в первой группе крови (табл. 1) у мокша из 68 женщин у 28 % обнаружены иммунные анти-А, у 8,8 % анти-А и анти-В антитела, более высокий титр иммунных антител анти-В 1:2, 1:4 при титре естественных антител  $\alpha$ -1:64  $\beta$ -1:32. Выявлены иммунные антитела в высоком титре анти-А 1:8 анти-В 1:2; анти-А 1:32 анти-В 1:8 при титре естественных антител  $\alpha$ -1:128  $\beta$ -1:64.

Частота встречаемости иммунных антител у женщин этнической группы эрзя (см. табл. 1) в первой группе крови наблюдалась от 1,25 до 3,75 % случаев, при этом титр естественных антител был повышен. Например, были выявлены иммунные антитела с титром анти-А 1:16 анти-В 1:4 при титре естественных ABO антител  $\alpha$ -1:128  $\beta$ -1:64. Из 32 мужчин иммунные анти-А антитела обнаружены в 21,87 % случаев, а анти-А и анти-В антитела в 18,75 % случаев. Также у мужчин в 2,44 % случаев выявлены иммунные антитела анти-А с титром 1:16 при небольшом титре естественных ABO антител  $\alpha$ -1:32  $\beta$ -1:16 и иммунные анти-А 1:8 при титре естественных ABO антител  $\alpha$ -1:64 в 2,44 и 4,88 % случаев. У женщин обнаружено иммунных анти-А антител 22,5 %, анти-А и анти-В – 11,25 %, у мужчин анти-А – 19,51 % случаев, анти-А и анти-В не было обнаружено.

Выявлены статистически значимые различия в распределении иммунных антител первой группы крови между показателями мужчин мокша и женщин эрзя в титре иммунных антител анти-А 1:2 анти-В не обнаруженных при титре естественных антител  $\alpha$ -1:16  $\beta$ -1:8, что составило 9,37 и 1,25 % соответственно (( $\phi$ ),  $p < 0,01$ ).

Изучение A(II) группы крови (табл. 2) у женщин мокша обнаружило иммунные анти-В антитела с титром 1:2 в 2,86 % случаях. У женщин эрзя иммунные анти-В антитела с титром 1:2 составляли 1,09 % при титре естественных антител  $\beta$ -1:128, анти-В 1:4 встречались в 1,09 % случаев при титре естественных антител от 1:8 до 1:256. У мужчин мокша иммунных анти-В антител A(II) группы крови не обнаружено. У мужчин эрзя обнаружены иммунные антитела с титром анти-В 1:8 при титре естественных антител  $\beta$ -1:128, что составило 1,96 %. Статистически значимых отличий в распределении иммунных анти-В антител второй группы крови в исследованных группах мокша и эрзя Республики Мордовия не выявлено.

Таблица 2

**Частота встречаемости (%) неполных антиэритроцитарных антител системы ABO у мужчин (n = 27) и женщин (n = 70) мокша, и у мужчин (n = 51) и женщин (n = 91) эрзя Республики Мордовия во A(II) группе крови**

Титр естественных антител	Группа обследованных	Титр иммунных антител					
		анти-В 1:2		анти-В 1:4		анти-В 1:8	
		мокша	эрзя	мокша	эрзя	мокша	эрзя
$\beta$ -1:8	женщины				1,09		
	мужчины						
$\beta$ -1:16	женщины	2,86			1,09		1,09
	мужчины						
$\beta$ -1:128	женщины		1,09		1,09		
	мужчины						1,96
$\beta$ -1:256	женщины				1,09		
	мужчины						

Таблица 3

**Частота встречаемости (%) неполных антиэритроцитарных антител системы ABO у мужчин (n = 22) и женщин (n = 52) мокша, и у мужчин (n = 30) и женщин (n = 62) эрзя Республики Мордовия в B(III) группе крови**

Титр естественных антител	Группа обследованных	Тип иммунных антител							
		анти-А 1:2		анти-А 1:4		анти-А 1:8		анти-А 1:32	
		мокша	эрзя	мокша	эрзя	мокша	эрзя	мокша	эрзя
$\alpha$ -1:8	женщины		1,61						
	мужчины								
$\alpha$ -1:16	женщины	1,92	1,61*			1,61			
	мужчины		6,66*						
$\alpha$ -1:32	женщины	1,92	1,61						
	мужчины								
$\alpha$ -1:64	женщины	3,85		1,92	1,61				
	мужчины								
$\alpha$ -1:128	женщины	3,85	1,61					1,92	
	мужчины								
$\alpha$ -1:256	женщины					1,61			
	мужчины								

Примечание. \* – статистически значимые различия ( $\phi$ )  $p < 0,01$ .

При обследовании антиэритроцитарных АВО антител В(III) группы крови (табл. 3) у женщин мокша в 15,38 % случаев, у женщин эрзя в 11,29 % случаев выявлены иммунные антитела. У женщин мокша иммунные АВО антитела обнаружены с титром 1:2 от 1,92 до 3,85 % случаев при титре естественных антител от  $\alpha$ -1:16 до  $\alpha$ -1:128, в 1,92 % случаев – иммунные анти-А 1:4 при титре естественных антител  $\alpha$ -1:64 и анти-А 1:32 при титре естественных антител  $\alpha$ -1:128. У мужчин мокша иммунных анти-А антител системы АВО в В(III) группе крови не выявлено. У мужчин эрзя в 6,66 % случаев обнаружены нерегулярные анти-А антитела с титром 1:2 при титре нормальных АВО антител  $\alpha$ -1:16. Выявлены статистически значимые различия между показателями встречаемости антител системы АВО у мужчин и женщин эрзя (( $\phi$ ),  $p < 0,01$ ), при титре естественных антител  $\alpha$ -1:16 титр иммунных антител анти-А 1:2 составил у женщин 1,61 %, а у мужчин 6,66 %.

При сопоставлении всех выявленных иммунных антител системы АВО больше всего обнаружено анти-А антител О(І), В(III) групп крови: у женщин мокша – 16,00 %, у мужчин мокша – 13,83 %, у женщин эрзя – 11,37 %, у мужчин эрзя – 10,61 %. Анти-В антител О(І) и А(II) групп крови выявлено у женщин мокша 4,00 %, у мужчин мокша – 6,38 %, у женщин эрзя – 11,37 %, у мужчин эрзя – 2,27 %.

Проведен скрининг антиэритроцитарных антител других трансфузионно значимых систем. Выявлены неполные антитела против антигенов системы Резус у мокша анти-D (0,34 %), у эрзя анти-D (0,26 %) и антитела анти-K (0,26 %) против антигенов системы Kell (табл. 4).

Таблица 4

Частота встречаемости (%) антиэритроцитарных антител системы Резус у мокша и эрзя Республики Мордовия

Антитела	Мокша n = 294		Эрзя n = 387	
	абс. ч.	%	абс. ч.	%
Не обнаружены	293	99,66	385	99,48
Анти-D	1	0,34	1	0,26
Анти-K	–	–	1	0,26

Анти-D антитела обнаружены и идентифицированы у женщин мокша, анти-D и анти-K антитела обнаружены у женщин эрзя. По результатам исследования иммунных антител определили шкалу трансфузионно опасных антигенов эритроцитов в исследованных группах:  $A > B > D > K$ .

Вычислили индекс аллоиммунизации трансфузионно опасными антигенами: для мокша – 0,34, для эрзя – 0,52.

**Обсуждение результатов**

С точки зрения трансфузиологии, иммуногематологии, популяционной физиологии процесс антителообразования в отдельных этнических группах требует дополнительного изучения, так как распределение популяций на территории Российской Федерации

разнообразно, а аллоиммунизация антигенами эритроцитов мало изучена.

На индекс сенсбилизации населения влияет распределение антигенов эритроцитов среди различных популяций населения, что имеет значение в плане обеспечения иммунологической безопасности. Аллоиммунизация антигенами эритроцитов – глобальный популяционный процесс. Носители антител с той или иной частотой встречаются в любой расовой, национальной или этнической группах.

Провели изучение иммунных АВО антител как малоисследованного аспекта аллоиммунизации в популяциях мокша и эрзя Республики Мордовия. В обследованных группах обнаружены иммунные анти-А антитела системы АВО от 10,61 до 16,00 %, и анти-В антитела от 2,27 до 6,38 % случаев как у мужчин, так и у женщин мокша и эрзя.

При анализе иммунных АВО антител видно, что анти-А антитела чаще встречаются у женщин О(І) и В(III) групп крови, в то время как анти-В антител как у женщин, так и у мужчин обнаружено значительно меньше. У мужчин мокша иммунных анти-В и анти-А антител во А(II), В(III) группах крови не обнаружено. У мужчин эрзя А(II) группы крови обнаружены антитела анти-В в 1,96 % случаев, а в В(III) группе крови анти-А антител в 6,66 % случаев. В иммуногематологии А антиген считается наиболее иммуногенным по сравнению с антигеном В [5]. У мужчин образование иммунных анти-А и анти-В антител, возможно, стимулировано перенесением некоторых инфекций или путем экзогенной иммунизации, а у женщин к этим факторам образования антител добавляется иммунизация при разногруппной беременности.

Выявили иммунные антиэритроцитарные антитела у мокша анти-D (0,34 %), а у эрзя анти-D (0,26 %) и анти-Kell (0,26 %). Так как эти антитела обнаружены у женщин и относятся к трансфузионно значимым системам Rh и Kell, можно предположить, что иммунизация данными антигенами эритроцитов произошла при гетероспецифической беременности.

Шкала иммуногенности антигенов эритроцитов с учетом иммунных антител системы АВО в исследованных группах:  $A > B > D > K$ . Такая последовательность частоты антител подобна последовательности, описанной С. И. Донсковым для доноров города Москвы ( $D > K > E > c$ ), в шкале которой не учитывалась система АВО [5].

Индекс аллоиммунизации трансфузионно опасными антигенами в общем количестве (мокша и эрзя) составлял 0,44, для мокша – 0,34, для эрзя – 0,52. При сравнении полученного индекса аллоиммунизации с аналогичными данными доноров городов Москвы (0,16, 0,22) [5] и Первоуральска (0,5) [5] наши данные (0,44) близки к индексу аллоиммунизации доноров Первоуральска. Полученные данные о распределении иммунных антител против эритроцитарных систем расширяют общие знания как в экологической физиологии, так и в экологической иммунологии, в том числе и для сохранения здоровья малочисленных народов.

Таким образом, у мокша и эрзя иммунная система активно реагирует выработкой антител и физиологически подвержена иммунизации групповыми антигенами:

- иммунные антитела системы АВО у женщин и мужчин мокша и эрзя различных районов Республики Мордовия составляли от 10,61 до 16,00 % случаев анти-А антител и от 2,27 до 6,38 % случаев анти-В антител;

- частота встречаемости иммунных антител против антигенов эритроцитов систем Rh-Hr, Kell, Daffy, Kidd, Lewis, P, MNS, Lutheran, Xg: у мокша анти-D (0,34 %), а у эрзя анти-D (0,26 %) и анти-Kell (0,26 %) антитела;

- шкала иммуногенности антигенов эритроцитов с учетом системы АВО в обследованных группах представлена следующим образом: А>В>D>К;

- индекс аллоиммунизации трансфузионно опасными антигенами для мокша — 0,34, для эрзя — 0,52. Индекс аллоиммунизации составлял 0,44 в общем количестве обследованных мокша и эрзя.

Изученные нами физиологические показатели крови принимают участие в процессах антителообразования и характеризуют отдельные свойства организма. Выявление изоантиспецифических особенностей, присущих тем или другим этническим группам, представляет большой интерес для решения проблемы происхождения этих признаков.

Различия в частоте встречаемости антигенов у разных народов имеют самое непосредственное гемотрансфузионное и клиническое значение, оказывая влияние на частоту посттрансфузионных осложнений, гемолитической болезни плода, новорожденных, и представляют одну из важнейших задач трансфузиологии [6, 7, 10, 20]. В связи с этим весьма перспективно изучение региональной специфики распределения групп крови, аллоиммунизации с позиций этнического полиморфизма в пределах определенной административной территории.

#### Авторство

Гусаченко Л. А. внесла вклад в концепцию и дизайн исследования, получение, анализ и интерпретацию данных, подготовила первый вариант статьи; Литовченко О. Г. участвовала в анализе данных, подготовила первый вариант статьи, окончательно утвердила присланную в редакцию рукопись.

Гусаченко Людмила Александровна — ORCID 0000-0002-1641-9856; SPIN 5855-6368

Литовченко Ольга Геннадьевна — ORCID 0000-0002-8368-2590; SPIN 5908-4625

#### Список литературы

1. Агаджанян Н. А., Макарова И. И. Этнический аспект адаптационной физиологии и заболеваемости населения // Экология человека. 2014. № 3. С. 3–13.
2. Буркитбаев Ж. К., Меирбекова М. Б., Курганская Е. Н., Карп Л. Л., Магзумова Р. З. Фенотипы антигенов эритроцитов и индекс сенсibilизации у доноров

компонентов крови и пациентов г. Астаны // Трансфузиология. 2013. № 2. С. 20–26.

3. Гудкова Л. К. Популяционная физиология человека: традиционные подходы и новые возможности // Археология, этнография и антропология Евразии. 2009. № 2 (38). С. 144–152.

4. Гусаченко Л. А., Чемакин Ю. А., Литовченко О. Г. Антиэритроцитарные антитела доноров г. Сургута // Вестник СурГУ. 2018. № 4 (22). С. 63–67.

5. Донсков С. И., Мороков В. А. Группы крови человека: руководство по иммуносерологии. М.: ИП Скороходов В. А., 2011. 1016 с.

6. Донсков С. И., Уртаев Б. М., Дубинкин И. В. Новая тактика гемотрансфузионной терапии — от совместимости к идентичности: руководство для специалистов производственной и клинической трансфузиологии. М.: БИНОМ, 2015. 270 с.

7. Косяков П. Н. Изоантитела и изоантитела человека в норме и патологии. М.: Медицина, 1974. 360 с.

8. Липатова И. С. Аллоиммунизация групповыми антигенами эритроцитов (индивидуальные и популяционные особенности): автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2009. 26 с.

9. Меркулова Н. Н. Распространенность, физиологические и иммуносерологические особенности естественных и иммунных групповых антител системы АВО у жителей Среднего Приобья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Москва, Тюмень, 1999. 35 с.

10. Рагимов А. А. Трансфузиология: национальное руководство / под ред. Рагимова А. А. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. 1104 с.

11. Реброва О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. М.: МедиаСфера, 2006. 312 с.

12. Хромова Е. А. Иммуносерологические особенности крови аборигенов Среднего Приобья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тюмень, 2003. 22 с.

13. Хромова Е. А. Предупреждение аллоиммунизации антигенами эритроцитов у онкологических больных // Современная медицина: актуальные вопросы: сб. ст. по матер. XLIV—XLV междунар. науч.-практ. конф.: Новосибирск: СибАК, 2015. № 6–7 (41). С. 35–42.

14. Boes M. Role of natural and immune IgM antibodies in immune responses // Mol. Immunol. 2000. N 37. P. 1141–1149.

15. Chowdhury S., Bandyopadhyay S., Mandal C., Chandra S., Mandal C. Flow-cytometric monitoring of disease-associated expression of 9-O-acetylated sialoglycoproteins in combination with known CD antigens, as an index for MRD in children with acute lymphoblastic leukaemia: a two-year longitudinal follow-up study // BMC Cancer. 2008. N 10 (6). P. 539–549.

16. Golovkina L. I., Stremoukhova A., Vasilieva M., Pushkina T., Atroschenko G., Kalandarov R., Khasigova B., Surin V., Pshenichnikova O., Salomashkina V., Parovichnikova E. ABO\*A and RHD Variants in Russians // Vox Sanguinis. 2017. Vol. 112, N 1. P. 218.

17. Hodgkin P. D. Role of cross-reactivity in the development of antibody responses // The Immunologist. 1998. Vol. 6, N 6. P. 223–226.

18. Janeway C. A., Travers P., Walport M. and Shlomchik M. J. Immunobiology: The Immune System in Health and Disease // Immunobiology. 5th edn., Garland Science, New York, 2001. P. 884.

19. Kaveri S. V., Silverman G. J., Bayry J. J. Natural IgM

in Immune Equilibrium and Harnessing Their Therapeutic Potential // *Immunology*. 2012. N 188 (3). P. 939–945.

20. Mouthon L., Haury M., Lacroix-Desmazes S., Barreau C., Coutinho A., and Kazatchkine M. D. Analysis of the normal human IgG antibody repertoire. Evidence that IgG autoantibodies of healthy adults recognize a limited and conserved set of protein antigens in homologous tissues // *J. Immunol.* 1995. N 154 (11). P. 5769–5778.

### References

1. Agadzhanyan N. A., Makarova I. I. The ethnic aspect of adaptive physiology and morbidity of the population. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2014, 3, pp. 3-13. [In Russian]

2. Burkitbaev Zh. K., Meirbekova M. B., Kurganskaya E. N., Karp L. L., Magzumova R. Z. Erythrocyte antigen phenotypes and sensitization index in blood component donors and patients in Astana. *Transfuziologiya* [Transfusiology]. 2013, 2, pp. 20-26. [In Russian]

3. Gudkova L. K. Human population physiology: traditional approaches and new opportunities. *Arkheologiya, etnografiya i antropologiya Evrazii* [Archeology, Ethnography and Anthropology of Eurasia]. 2009, 2 (38), pp. 144-152. [In Russian]

4. Gusachenko L. A., Chemakin Yu. A., Litovchenko O. G. Anti-erythrocyte antibodies of donors of the city of Surgut. *Vestnik SurGU* [Bulletin of Surgut State University]. 2018, 4 (22), pp. 63-67. [In Russian]

5. Donskov S. I., Morokov V. A. *Gruppy krovi cheloveka. Rukovodstvo po immunoserologii* [Human blood groups. Immunoserology Guide]. Moscow, IP Skorokhodov V. A., 2011, 1016 p.

6. Donskov S. I., Urtaev B. M., Dubinkin I. V. *Novaya taktika gemotransfuzionnoi terapii - ot sovmestimosti k identichnosti. Rukovodstvo dlya spetsialistov proizvodstvennoi i klinicheskoi transfuziologii* [A new tactic for blood transfusion therapy is from compatibility to identity. Guide for specialists in industrial and clinical transfusiology]. Moscow, BINOM Publ., 2015, 270 p.

7. Kosyakov P. N. *Izoantigeny i izoantitela cheloveka v norme i patologii* [Human iso-antigens and iso-antibodies are normal and pathological]. Moscow, Medicina Publ., 1974, 360 p.

8. Lipatova I. S. *Alloimmunizatsiya gruppovymi antigenami eritrotsitov (individual'nye i populyatsionnye osobennosti) (avto-ref. cand. diss.)* [Alloimmunization with group antigens of red blood cells (individual and population characteristics). Author's Abstract of Cand. Diss.]. Moscow, 2009, 26 p.

9. Merkulova N. N. *Rasprostranennost', fiziologicheskie i immunoserologicheskie osobennosti estestvennykh i immunnykh gruppovykh antitel sistemy AVO u zhitelei Srednego Priob'ya (avto-ref. cand. diss.)* [The prevalence, physiological and immunoserological features of natural and immune group antibodies of the ABO system in residents of the Middle Ob region. Author's Abstract of Cand. Diss.]. Moscow, Tyumen, 1999, 35 p.

10. Ragimov A. A. *Transfuziologiya: natsional'noe rukovodstvo* [Transfusiology: national leadership], ed. Ragimova A. A. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2018, 1104 p.

11. Rebrova O. Yu. *Statisticheskii analiz meditsinskikh dannyykh Primenenie paketa prikladnykh programm* [Statistical analysis of medical data. Application of the STATISTICA application package]. Moscow, Media Sphere Publ., 2006, 312 p.

12. Khromova E. A. *Immunoserologicheskie osobennosti krovi aborigenov Srednego Priob'ya (avto-ref. cand. diss.)* [Immunoserological features of blood of Aboriginal people of the Middle Ob region. Author's Abstract of Cand. Diss.]. Tyumen, 2003, 22 p.

13. Khromova E. A. Prevention of alloimmunization with erythrocyte antigens in cancer patients [Prevention of alloimmunization with erythrocyte antigens in cancer patients]. *Sovremennaya meditsina: aktual'nye voprosy: sb. st. po mater. XLIV-XLV mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Novosibirsk, 2015* [Modern medicine: current issues: Sat. Art. by materials XLIV - XLV Int. scientific-practical Conference: Novosibirsk, 2015]. Novosibirsk, 2015, 6-7 (41), pp. 35-42.

14. Boes M. Role of natural and immune IgM antibodies in immune responses. *Mol. Immunol.* 2000, 37, pp. 1141-1149.

15. Chowdhury S., Bandyopadhyay S., Mandal C., Chandra S., Mandal C. Flow-cytometric monitoring of disease-associated expression of 9-O-acetylated sialoglycoproteins in combination with known CD antigens, as an index for MRD in children with acute lymphoblastic leukaemia: a two-year longitudinal follow-up study. *BMC Cancer*. 2008, 10 (6), pp. 539-549.

16. Golovkina L. I., Stremoukhova A., Vasilieva M., Pushkina T., Atroschenko G., Kalandarov R., Khasigova B., Surin V., Pshenichnikova O., Salomashkina V., Parovichnikova E. ABO\*A and RHD Variants in Russians. *Vox Sanguinis*. 2017, 112 (1), 218 p.

17. Hodgkin P. D. Role of cross-reactivity in the development of antibody responses. *The Immunologist*. 1998, 6 (6), pp. 223-226.

18. Janeway C. A., Travers P., Walport M. and Shlomchik M. J. *Immunobiology: The Immune System in Health and Disease*. Immunobiology. 5th edn., Garland Science, New York, 2001, 884 p.

19. Kaveri S. V., Silverman G. J., Bayry J. J. Natural IgM in Immune Equilibrium and Harnessing Their Therapeutic Potential. *Immunology*. 2012, 188 (3), pp. 939-945.

20. Mouthon L., Haury M., Lacroix-Desmazes S., Barreau C., Coutinho A., and Kazatchkine M. D. Analysis of the normal human IgG antibody repertoire. Evidence that IgG autoantibodies of healthy adults recognize a limited and conserved set of protein antigens in homologous tissues. *J. Immunol.* 1995, 154 (11), pp. 5769-5778.

### Контактная информация:

Гусаченко Людмила Александровна — аспирант кафедры физиологии медицинского института БУ ВО ХМАО — Югры «Сургутский государственный университет», биолог лаборатории иммунологических исследований КУ «Станция переливания крови» г. Сургут

Адрес: 628412, Тюменская область, ХМАО — Югра, г. Сургут, пр. Ленина, д. 1

E-mail: LA264648@mail.ru