



Гольдинберг Б.М.¹✉, Польшко В.Л.², Михненко О.А.²

¹ 6-я городская клиническая больница, Минск, Беларусь

² Барановичская городская станция переливания крови учреждения здравоохранения «Барановичская центральная поликлиника», Барановичи, Беларусь

Особенности распределения и трансфузионная значимость эритроцитарных групп крови по системам ABO, Rh, Kell у населения Барановичского района Беларуси

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: концепция и дизайн исследования – Гольдинберг Б.М.; сбор и обработка материала – Польшко В.Л., Михненко О.А.; анализ и интерпретация данных – все авторы; подготовка рукописи – все авторы; окончательное одобрение рукописи – Гольдинберг Б.М.

Подана: 25.01.2024

Принята: 05.03.2024

Контакты: 6gkb-trfz@mcct.by

Резюме

Цель исследования. Изучение особенностей распределения эритроцитарных групп крови по системам ABO, Rh, Kell в популяции Барановичского района Беларуси.

Материалы и методы. Материалом исследования стали 7250 образцов крови первичных доноров Барановичской городской станции переливания крови. В работе использованы серологические методы исследования антигенов эритроцитов. Применены популяционные и статистические методы анализа полученных данных.

Результаты и обсуждение. Впервые в популяции Барановичского района проведено исследование распределения эритроцитарных групп крови по системам ABO, Rh и Kell. Население, проживающее на изучаемой территории, преимущественно относится к белорусскому этносу.

Установлено, что самыми распространенными группами крови являются O(I) и A(II) – соответственно 37,03 и 34,03%. Группа крови B(III) встречается у 19,7% человек и AB(IV) – у 9,1%. Среди лиц с группой крови A(II) в 0,12% случаев встречаются подгруппы с разновидностью A1α2 – у 0,12%, A2α1 – у 0,20%, A3 – у 0,16%. Среди лиц с группой крови AB(IV) установлена в 9,32% случаев подгруппа A2Bα1.

Особенностями распределения эритроцитарных групп крови по системе Rh являются высокая частота встречаемости RhD-отрицательной принадлежности (20,44%) и принципиально значимый для донорства фенотип cde (18,39%), а также низкий удельный вес распределения антигена Rhc ($38,50 \pm 1,40\%$) по сравнению с литературными данными (81,5%). Антиген D категории VI наблюдался с частотой 0,01%.

Частота встречаемости антигенов C^w системы Rh и K системы Kell близка к трансграничным популяциям.

Заключение. Исследование распределения эритроцитарных групп крови на региональном уровне позволяет создать оптимальные резервы эритроцитных компонентов



крови и проводить пациентам подбор по трансфузионно опасным антигенам эритроцитов.

Ключевые слова: популяция, группа крови, эритроциты, антигены, аллели, фенотип, трансфузионная помощь

Gol'dinberg B.¹, Polyko V.², Mikhniionok O.²

¹ The 6th City Clinical Hospital, Minsk, Belarus

² Baranovichi City Blood Transfusion Station of the Healthcare Institution Baranovichi Central Polyclinic, Baranovichi, Belarus

Features of Distribution and Transfusion Significance of Erythrocyte Blood Groups according to ABO, Rh, Kell Systems in the Population of the Baranovichi Region of Belarus

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: the concept and design of the study – Gol'dinberg B.; the collection and the processing of material – Polyko V., Mikhniionok O.; the analysis and the interpretation of the data – all authors; the preparation of the manuscript – all authors; the final approval of the manuscript – Gol'dinberg B.

Submitted: 25.01.2024

Accepted: 05.03.2024

Contacts: 6gkb-trfz@mcct.by

Abstract

Purpose. To study the peculiarities of the distribution of erythrocyte blood groups according to the ABO, Rh, and Kell systems in the population of the Baranovichi region of Belarus.

Materials and methods. The material of the study was 7250 blood samples from primary donors of the Baranovichi city blood transfusion station. Serological methods for the study of erythrocyte antigens were used. Population and statistical methods of analyzing the obtained data were applied.

Results and discussion. For the first time in the population of the Baranovichi region a study was conducted on the distribution of erythrocyte blood groups according to the ABO, Rh и Kell systems. The population living in the studied territory mainly belongs to the Belarusian ethnic group.

It was found that the most common blood groups are O(I) and A(II) – 37.03 and 34.03% respectively. Blood group B(III) occurs in 19.7% of people and AB(IV) – in 9.1%. Among people with blood group A(II) in 0.12% of cases, a subgroup with the variety A1a2 occurs – in 0.12%, A2a1 – in 0.20%, A3 – in 0.16%. Among people with blood type AB(IV) the A2Ba1 subgroup was established in 9.32% of cases.

The peculiarities of the distribution of erythrocyte blood groups according to the Rh system are the high incidence of RhD-negative affiliation (20.44%) and the fundamentally significant cde phenotype for donation (18.39%), as well as the low specific gravity of the Rhc antigen distribution ($38.50 \pm 1.40\%$) compared with the literature data (81.5%). Antigen D of category VI was observed with a frequency of 0.01%.

The frequency of occurrence of antigens of the C^w of the Rh system and K of the Kell system is close to cross-border populations.

Conclusion. The study of the distribution of erythrocyte blood groups at the regional level makes it possible to create optimal reserves of erythrocyte blood components and to select patients according to transfusion-dangerous antigens of erythrocytes.

Keywords: population, blood type, erythrocytes, antigens, alleles, phenotype, transfusion assistance

■ ВВЕДЕНИЕ

До 1939 г. в городе Барановичи доля поляков составляла 42,39% от общего числа жителей, белорусов – 6,95%, евреев – 49,62%, других национальностей – 1,04%. После присоединения к Советскому Союзу в 1940 г. несколько тысяч жителей были депортированы в Сибирь и Казахстан. В годы Великой Отечественной войны нацистскими оккупантами было создано Барановичское гетто, куда согнали около 30 000 евреев, уничтоженных в 1942 г. В послевоенные годы население города Барановичи стало прирастать за счет местного сельского населения. В настоящее время белорусы составляют 82,2% от общего числа жителей, 9,7% – русские, 2,5% – поляки, 1,6% – украинцы, 4,0% – другие национальности [23].

Национальный состав Беларуси на протяжении последнего десятилетия продолжает изменяться: увеличивается доля украинцев и узбеков, снижается доля поляков и русских, что связано с отрицательным демографическим балансом и увеличением доли наиболее динамично развивающихся миграционных групп (табл. 1).

В работах по антропологии отмечается, что на территории современной Беларуси славяне ассимилировали автохтонных балтов и таким образом сформировался прагенофонд современного белорусского этноса. К генофонду белорусов присоединяются коренные жители Псковщины, Новгородчины, Смоленщины, Брянщины, Виленщины, Латгалии и Украинского Полесья [2, 14, 24].

Сельское население Беларуси по фенотипам полностью соответствует его географическому положению на европейском пространстве и близко к популяциям

Таблица 1
Динамика национального состава Беларуси (%) [19]
Table 1
Dynamics of the national composition in Belarus (%) [19]

Национальность	Годы	
	2010	2023
Белорусы	82,5	82,9
Русские	8,3	6,7
Украинцы	2,9	4,5
Поляки	5,8	4,4
Узбеки	0,5	1,5
Всего	100	100



Центральной и Восточной Европы. Массовое переселение сельских жителей в послевоенное время в город Барановичи существенно отразилось на его генофонде.

В белорусском этносе преимущественно большинство генетических и морфологических признаков по их средневзвешенным величинам имеют одинаковый вектор изменчивости намного чаще с юга на север, чем с запада на восток. При суммарном сравнении локальных популяций по совокупности всех изученных систем с помощью обобщенного биологического разнообразия выделяются три генетико-антропологических комплекса признаков и концентраций генов на территории Беларуси (Придвинье, Центральная Беларусь и Полесье), что трактуется как результат не только экологической зависимости, но и межэтнического воздействия древних пластов автохтонного населения Беларуси [24].

Поскольку генотипирование населения в Барановичском районе не проводилось ранее, можно воспользоваться литературными данными, свидетельствующими о том, что современные белорусы антропологически близки к украинцам, русским Центральной и Северо-Западной России, литовцам, латышам, полякам, особенно к литовцам, а белорусы-полешуки – к украинцам.

Термин «группа крови» характеризует системы эритроцитарных антигенов, контролируемых определенными локусами, содержащими различное количество аллельных генов, таких, например, как А, В и О в системе АВО. Термин «тип крови» отражает ее антигенный фенотип (полный антигенный «портрет», или антигенный профиль) – совокупность всех групповых антигенных характеристик крови, серологическое выражение всего комплекса наследуемых генов группы крови.

Для планирования потребностей учреждения здравоохранения зоны ответственности в компонентах крови важно знать распределение в популяции трансфузионно значимых групп крови.

Актуальность темы настоящего исследования заключается во внедрении с 2023 г. в клиничко-диагностических лабораториях учреждений здравоохранения фенотипирования пациентов по группам крови систем АВО, Rh и Kell [22].

Распределение эритроцитарных антигенов изучалось в различных популяциях мира, в том числе и в Беларуси [4–6, 8–10, 12, 16, 20, 26, 27].

Вместе с тем исследований, касающихся распределения эритроцитарных групп крови населения Барановичского района, в котором компактно проживает население белорусской национальности, ранее не проводилось.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение особенностей распределения эритроцитарных групп крови в популяции Барановичского района Беларуси.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом исследования стали 7250 образцов крови первичных доноров Барановичской городской станции переливания крови (ГСПК). В работе использованы серологические методы исследования антигенов эритроцитов с применением иммуногематологических диагностикумов государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр трансфузиологии и медицинских биотехнологий» (Беларусь) и гелевых диагностических карт DiaMed (Швейцария) по 3 направлениям: группам крови по системе АВО; фенотипам системы Rh; антигену К системы Kell.

Применен популяционный метод простой случайной выборки первичных доноров, состоящих на учете в Барановичской ГСПК, с определением репрезентативной выборки ($n=7250$). Репрезентативность выборки (n) определили по формуле.

Среднюю ошибку бесповторной выборки определяли по формуле:

$$\Delta_x = \pm \sqrt{\frac{\sigma^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)},$$

где n – численность выборочной совокупности; N – численность генеральной совокупности; 1 – дисперсия признака; σ^2 – критерий кратности ошибки; t – статистика Стьюдента.

Вычисление частоты генов системы ABO проводили по формулам, предложенным F. Bernstein для 3-аллельных генетических систем. Частоту генов O, A и B принято обозначать буквами r , p и q соответственно и определять их частоту по формулам:

$$\sqrt{O}; p=1-\sqrt{A+O}; q=1-\sqrt{B+O}.$$

На основании применяемого закона Харди – Вайнберга определили взаимосвязь в Барановичском районе между частотами аллелей и равновесными частотами генотипов генов, определяющих группу крови по системе ABO.

Частоту генов и гаплотипов системы Rh рассчитывали, используя следующие формулы:

$$D=1-\sqrt{dd}; C=1-\sqrt{cc}; E=1-\sqrt{ee}; c=1-\sqrt{CC}; e=1-\sqrt{EE}; cde=\sqrt{ccdee}; Cde=Ccdee/2cde; cdE=ccdEe/2cde; cDe=ccDee/2cde; cDE=\sqrt{(ccDEE+cdE^2)} - cdE; CDe=\sqrt{(CCDee+Cde^2)} - Cde; CDE=CCDEe/2(CDe+cde).$$

Частоту аллелей RHD, d и K вычисляли следующим образом:

$$q=\sqrt{n_{aa}}/N; p=1-q,$$

где n_{aa} – число лиц, гомозиготных по dd , kk ; N – объем выборки.

При подсчете частоты антигенов и генов учитывали ошибку по формуле:

$$M=\sqrt{P(100-P)/n},$$

где P – частота антигена (%), количество обследованных в выборке (В.Ю. Урбах, 1975).

Запас крови, обеспечивающий трансфузию эритроцитов, идентичных по 8 трансфузионно значимым антигенам (A, B, D, C, c, E, e, K), рассчитывают по формуле:

$$D=dM_i+3\sqrt{dM_i},$$

где D – количество доз эритроцитарных компонентов крови; d – расход на одного реципиента в месяц; M – число пациентов с конкретным фенотипом в месяц; i – поправочный коэффициент с учетом вероятности совместимости.



■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Правомерность экстраполяции исследования на популяцию нами установлена проведенной валидацией: выборка объемом $n=7250$ из генеральной совокупности имеет одинаковую вероятность быть выбранной – $p=0,95$.

В зоне ответственности Барановичской ГСПК на 01 января 2023 г. проживало 222 202 человека, в том числе в городе Барановичи – 172 150 человек, в Барановичском районе – 27 664 и Ляховичском – 22 388.

Самыми распространенными группами крови в Барановичском районе являются O(I) и A(II) – $37,03\pm0,84$ и $34,03\pm0,77\%$ соответственно. Группа крови B(III) встречается у $19,7\pm0,45\%$ человек и AB(IV) – у $9,1\pm0,21\%$ (рис. 1).

Если определить удельный вес подтипов группы крови A(II) в самой ее когорте, то получим следующее распределение: A1 – 93,92%, в том числе A1 α 2 – 0,13%; A2 – 5,92%, в том числе A2 α 1 – 0,20%; A3 – 0,17%. В отношении распределения подгрупп AB их удельный вес составляет: A1B – 86,77%, в том числе A1 α 2B не обнаружена; A2B – 13,23%, в том числе A2 α 1B – 9,32% (табл. 2).

Белорусская гемопопуляция сравнима с прибалтийской. У первых несколько больше представителей O(I) группы, у вторых – A(II). Так, у белорусов – 32,3 и 30,6%, у латышей – 36,0 и 37,0% соответственно [2, 15, 20].

Антигены группы крови по системе ABO определяются 1 локусом с 3 аллелями. Расчет концентрации аллелей системы ABO в Барановичском районе (рис. 2) дал высокий показатель распространения аллеля r ($0,518\pm0,05$). Концентрация аллеля p составляет $0,274\pm0,05$ и концентрация аллеля q – $0,208\pm0,04$.

По литературным данным, распределение частоты аллеля O в популяциях коренного населения Беларуси составляет $0,55\pm0,05$ (r), аллеля A – $0,28\pm0,05$ (p) и аллеля B – $0,17\pm0,04$ (q) [1].

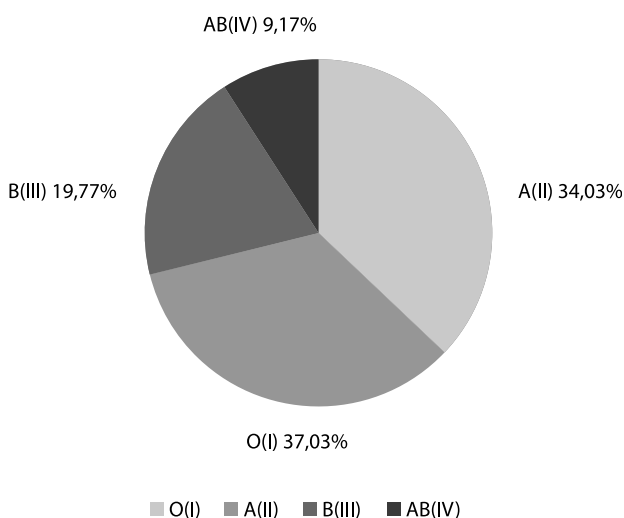


Рис. 1. Распределение групп крови по системе ABO в Барановичском районе
Fig. 1. Distribution of blood groups according to the ABO system in the Baranovichi region

Таблица 2
Распределение групп крови по системе ABO среди первичных доноров Барановичской ГСПК
Table 2
Distribution of blood groups according to the ABO system among primary donors of the Baranovichi CBTS

Группа	Подгруппа	Экстраагглютинины	Распространенность		
			Барановичский район		Беларусь [4]
			абс. числа	%	%
O(I)	–	–	2685±61	37,03±0,84	32,3
A(II) всего	–	–	2467±56	34,03±0,77	30,6
в том числе	A1	–	2317±53	31,96±	24,9
		α2	3±0,01	0,04±	0,01
	α2	–	146±3	2,01±	5,7
		α1	5±0,1	0,07±	15,3
	A3	–	4±0,1	0,06±	0,22
B(III)	–	–	1433±32	19,77±0,45	15,3
AB(IV) всего	–	–	665±15	9,17±0,21	6,80
в том числе	A1B	–	577±	86,77±	87,80
		α2	–	0	1,8
	A2B	–	88±	1,20±	12,20
		α1	62±	0,86±	14,02
Всего	–	–	7250	100	100

Более чем у 600 000 доноров юго-западных регионов Германии частоты аллелей среди обследованных образцов крови по системе ABO составили: O – 0,640 (r), A – 0,279 (p), B – 0,081(q) [28].
Данные частоты гомологичных вариантов генов, ответственных за определение групп крови, отражают генетическую структуру населения под воздействием объективных факторов на протяжении определенного исторического периода.

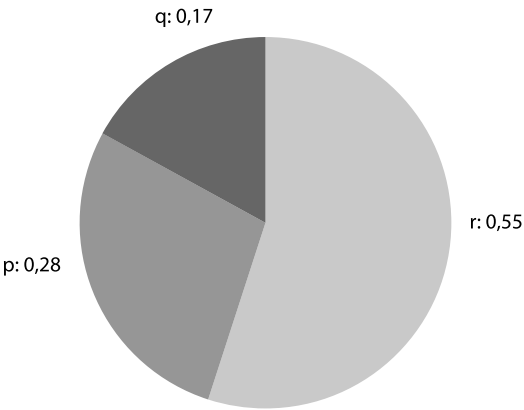


Рис. 2. Частоты концентраций аллелей системы ABO в Барановичском районе
Fig. 2. Frequencies of concentration of alleles of the ABO system in the Baranovichi region



Особенностью системы ABO является присутствие на поверхности эритроцитов антигенов, контролируемых одновременно из 3 возможных 2 аллелями. При этом аллели А и В наследуются как кодоминантные, а аллель О – как рецессивный признак.

Специфичность антигенов системы ABO определяется концевыми углеводами, добавленными аллелями к субстрату Н ферментативным путем (гликозилтрансферазой). Так, аллель А кодирует N-ацетилгалактозамин, который при добавлении к субстанции Н создает антиген А. Аллель В кодирует гликозилтрансферазу, преимущественно опознающую сахар D-галактозу, которая при соединении с субстратом Н создает антиген В. Третья аллель О кодирует мутантную версию трансферазы, не обладающую активностью воздействия на субстрат Н.

Множественный аллелизм усиливает комбинативную изменчивость, особенно генотипическую. Связь между частотами аллелей и равновесными частотами генотипов генов, определяющих группу крови по системе ABO, нами установлена с применением закона Харди – Вайнберга с учетом ошибки расчета (М) по Ф.Ю. Ульбаху (табл. 3).

Частота распределения антигенов и фенотипов системы Rh населения Барановичского района в сравнении со Смоленской областью представлена в табл. 4.

Нами установлено, что встречаемость антигена RhD ($79,56 \pm 2,94\%$) и антигена Rhc ($50,88 \pm 1,85\%$) отличается от литературных данных (82,2 и 81,5% соответственно) [12, 15, 18].

Среди RhD-положительных лиц вследствие точечной мутации гена RHD на мембране эритроцитов снижается экспрессия антигена D с проявлением фенотипа D^{weak} (от англ. weak – слабый), который встречается с частотой 0,15%. В настоящее время описано 84 типа антигена D^{weak} . Кровь лиц с фенотипом D^{weak} относится к D-положительной, им переливаются RhD-положительные эритроциты [16].

Частичный (парциальный, вариантный) антиген D (D_{partial}) отличается от антигена D отсутствием одного или нескольких из известных 36 эпитопов, определяемых в гелевой технологии. При этом количество D-протеинов в мембране эритроцитов остается таким же, как у лиц с нормальным антигеном D [16].

У реципиентов D_{partial} возможно образование антител против недостающих эпитопов антигена D при переливании им D-положительной крови или во время беременности. В связи с этим реципиенты фенотипа D_{partial} считаются D-отрицательными, а доноры – D-положительными. Некоторые антигены D_{partial} являются результатом

Таблица 3
Взаимосвязь в Барановичском районе между частотами аллелей и равновесными частотами генотипов генов, определяющих группу крови по системе ABO

Table 3
The interrelationship in Baranovichi region between the frequencies of alleles and the equilibrium frequencies of the genotypes of genes that determine the blood group according to the ABO system

Группа крови	Расчетная формула по аллелям	Частота связи аллелей с генотипом
O(I)	r^2	0,2704 (M=0,57)
A(II)	p^2+2pr	0,359 (M=0,56)
B(III)	q^2+2qr	0,255 (M=0,47)
AB(IV)	$2pq$	0,284 (M=0,39)

Таблица 4
Частота распределения антигенов и фенотипов системы Rh населения Барановичского района в сравнении со Смоленской областью
Table 4
Frequency of distribution of antigens and phenotypes of the Rh system of the population in Baranovichi region in comparison with Smolensk region

Антигены и фенотипы системы Rh	Распределение (%)		
	Барановичский район, n=7250		Смоленская область [18], n=9997
	абс. числа	%	
D	5768±130	79,56±2,94	82,2
C	4459±101	61,50±2,29	63,1
c	2791±63	38,50±1,40	81,5
E	1863±42	25,70±0,95	29,0
e	7175±163	98,97±3,70	98,0
CcDee	2239±51	30,88±0,7	34,4
CCDee	1284±29	17,71±0,10	16,1
CcDEe	765±17	10,55±0,01	12,3
ccDEe	964±22	13,30±0,50	14,3
CCDEe	38±1	0,52±0,01	0
ccDEE	74±1	1,02±0,02	1,2
ccDee	403±9	5,56±0,13	3,9
CcDEE	1	0,01	0
CCDEE	–	0	0
ccdee	1333±30	18,39±4,17	16,3
Ccdee	128±2	1,77±0,04	1,2
CCdee	–	0	0,1
ccdEe	17±0,39	0,23	0,2
ccDEE	–	0	0
CcdEe	4±0,09	0,06	0
CCdEe	–	0	0
CcdEE	–	0	0
CCdEe	–	0	0

точечных мутаций в гене RHD, другие возникают вследствие гибридизации генов RHD и RHCE.

Вариант антигена D_{partial}^{VI} – D^{VI} выявляется чаще других: у 0,01–0,1% жителей Европы и 1,0–1,7% афроамериканцев. В Барановичском районе антиген D категории VI установлен с частотой 0,01%.

Вариант D^{VI} для переливания крови и при беременности имеет существенное значение, поскольку за счет «бедности» эпитопов схож с RhD-отрицательным антигеном и способен реагировать на RhD-положительные эритроциты донора и плода выработкой антиэритроцитарных антител и риском возникновения гемолитической болезни плода и новорожденного [3, 28].

Во всем мире принята практика проводить трансфузии RhD-отрицательной крови реципиентам, имеющим D_{partial}^{VI}-антигены [16, 27].



В зависимости от причин появления RhD-отрицательного фенотипа принято различать истинную и ложную RhD-негативности. Молекулярную основу истинной RhD-негативности составляют изменения в геномной организации, а ложная RhD-негативность обусловлена несовершенством серологических методов исследования. Только сочетание серологических методов с молекулярными методами исследования позволяет установить истинные механизмы формирования RhD-отрицательного фенотипа у людей [3].

Гены RHD фланкированы 2 фрагментами ДНК, названными Rh-боксами (Rhesus boxes). Высокая степень гомологии ДНК Rh-боксов способствует неравновесному кроссинговеру между ними, выпадению целого гена RHD и появлению 2 гаплотипов cde [28]. Описанный RhD-отрицательный фенотип встречается в основном у представителей европеоидной расы и передается по наследству. Его имеют около 17% россиян [11].

По нашим данным, доноры с так называемым чистым RhD-отрицательным фенотипом cde встречаются с частотой 18,39%, что является особенностью белорусской популяции, установленной нами в ранее проведенных исследованиях по городу Минску [7].

Если просуммировать общее количество RhD-отрицательных первичных доноров крови, то эта когорта составляет 1482 случая, или 20,44% (рис. 3).

Отмечается низкий удельный вес распределения в популяции антигена Rhc ($38,50 \pm 1,40\%$) по сравнению с литературными данными (81,5%).

Остальные антигены системы Rh в нашем исследовании не имеют существенных отличий от результатов ряда опубликованных в литературе работ: Rhe – $98,97 \pm 3,70$ и 98,0%, RhC – $61,5 \pm 2,29$ и 63,1%; RhE – $25,70 \pm 0,95$ и 29,0% соответственно.

Система Rh включает 59 антигенов и более 260 аллелей. Биосинтез антигенов системы Rh кодируется 2 генами – RHD и RHCE. Эти гены имеют высокую степень гомологии – 93,8%. Ген RHD кодирует синтез антигена D (RhD), ген RHCE – синтез антигенов C/c (RhCc) и E/e (RhEe) [3].

При исследовании определены характерные для популяции Барановичского района 11 фенотипных групп: CcDee – $30,88 \pm 3,89\%$; CCDee – $17,71 \pm 1,27\%$; ccDEe –

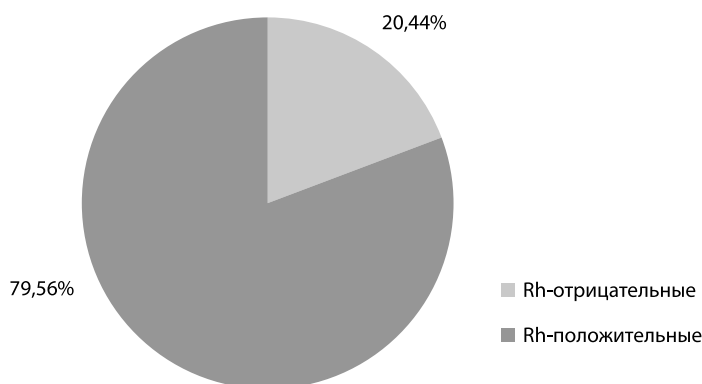


Рис. 3. Распределение антигена RhD в популяции Барановичского района
Fig. 3. Distribution of RhD antigen in the population in Baranovichi region

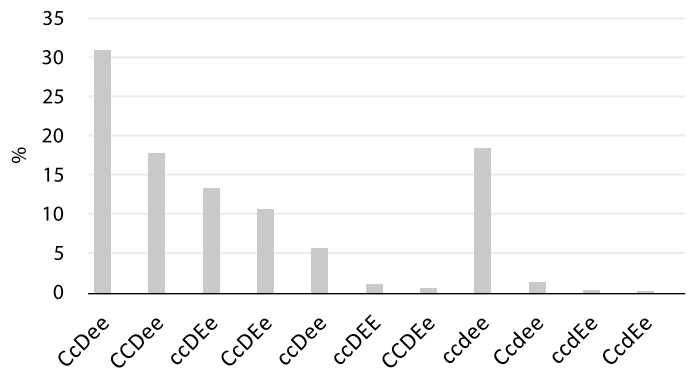


Рис. 4. Частота распространения фенотипов по системе Rh в Барановичском районе
Fig. 4. The frequency of distribution of phenotypes according to the Rh system in Baranovichi region

13,30±0,30%; CcDEe – 10,55±0,24%; ccDee – 5,56±0,13%; ccDEE – 1,02±0,02%; CCDEe – 0,52±0,01%; ccdee – 18,39±0,42%; Ccdee – 1,17±0,03%; ccdEe – 0,23±0,01%; CcdEe – 0,06±0,001% (рис. 4).

Анализ распределения частоты антигенных антигенов системы Rh в Барановичском районе показал следующее: CC – 18,2%, Cc – 43,27%, cc – 38,5%, EE – 10,42%, Ee – 24,14%, ee – 57,24% (рис. 5).

В 2014–2016 гг. Л.Л. Головкиной и соавт. был определен Rh-фенотип у 4470 пациентов с заболеванием системы крови. Антиген RhC^w (Willis) исследователи выявили в 247 (5,52%) образцах приблизительно с одинаковой частотой в сочетании с антигенами Rhc и RhC (121 образец – 2,7% и 126 образцов – 2,82%). Среди 7250 первичных доноров Барановичской ГСПК нами установлена следующая закономерность: антиген C^w сочетался с антигеном Rhc в 347 образцах крови и с антигеном C – в 117, или в 4,79 и 1,61% соответственно.

В руководстве по проведению предтрансфузионных тестов Британского комитета по стандартам в гематологии [25] принято, что анти-C^w не имеют клинического

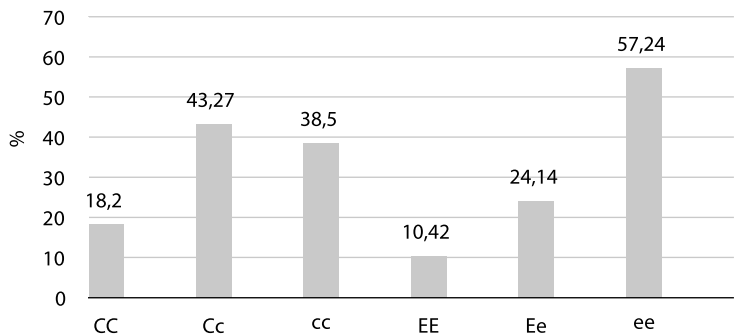


Рис. 5. Частота антигенных антигенов системы Rh
Fig. 5. Frequency of antithetical antigens of the Rh system



значения. Это объясняется тем, что в многочисленных публикациях последних лет отсутствуют описания клинических случаев посттрансфузионных осложнений и ГБН, вызванных антителами анти-С^w. Поэтому наличие антигена С^w больше не является обязательным в панели стандартных тест-эритроцитов, предназначенных для скрининга антител у реципиентов и беременных женщин [17].

Частота обнаружения антигена С^w у европеоидов, по данным разных авторов, колеблется от 1 до 7%. В Барановичском районе антиген С^w выявлен в 6,4% исследований, что близко, по данным R.R. Race (1948), к результатам у латышей – 7% [12].

Антиген С^w встречается в различных комбинациях с другими антигенами системы Rh, но чаще с антигеном С. В нашем исследовании получены следующие результаты: С^wCDЕe – 0,15%, С^wcDеe – 3,61%, С^wCDеe – 1,46%, С^wCDЕe – 1,17%. В настоящее время считается, что антиген С^w кодируется самостоятельным локусом гена RhCE, не являющимся локусом аллеля Сс.

В систему Kell входят 25 антигенов, в том числе самый иммуногенный после А, В и D – антиген K1.

Распространенность антигена K1 системы Kell среди первичных доноров Барановичской ГСПК составила 462 случая, или 6,7%, что находится в пределах данных литературы (от 6 до 9%). Так, частота встречаемости антигена K1 системы Kell в городе Минске, по данным Л.В. Новак и Е.М. Двориной (2016), составляет 8,6% [20].

Частоты аллелей Kell составили: K – 0,040 и k – 0,960, что совпадает с литературными источниками [12].

При подборе донорских эритроцитов обязательно должна учитываться совместимость фенотипов по K и k (Челлано) с реципиентом.

Для обеспечения иммуногематологической безопасности трансфузий на Барановичской СПК ежегодно проводятся около 500 консультаций лечащим врачам и осуществляют 150–250 подборов донорских эритроцитарных компонентов крови.

Подбор по фенотипу требует не тождественности, а идентичности. Совместимые по фенотипу эритроциты донора не должны иметь антигенов, которых нет на эритроцитах реципиента. Реципиенту, гомозиготному по данному антигену, можно переливать только гомозиготные по данному антигену эритроциты; реципиенту, гетерозиготному по данному антигену, можно переливать любые эритроциты.

В Барановичской ГСПК, которая относится к обособленным подразделениям организаций службы крови, должен поддерживаться неснижаемый трехдневный резерв эритроцитарных компонентов крови с учетом их групповой принадлежности. Формирование резерва осуществляется с учетом сложившегося фактического потребления в расчете за предыдущие 6 месяцев [21].

По Брестской области определен норматив обеспечения эритроцитарными компонентами крови из расчета 5,5 л на 1000 жителей в год, что в реальном исполнении составляет получение 1222 л от 4530 доноров крови в год. На основании распределения групп крови в Барановичском районе ежедневный учет наличия доз эритроцитарных компонентов поддерживается, по рекомендации М.В. Зарубина и соавт. (2015), по 7 трансфузионно значимым для региона антигенам (А, В, D, С, с, Е, е), что представлено в табл. 5 [13].

Трансфузии донорских эритроцитов проводятся с учетом совместимости фенотипов по системам ABO, Rh, Kell.

Таблица 5
Карта ежедневного учета наличия доз эритроцитарных компонентов крови с учетом фенотипа по системам ABO и Rh
Table 5
The map of daily accounting for the presence of doses of erythrocyte blood components taking into account the phenotype according to the ABO and Rh systems

Фенотип	CcDee	CcDEe	ccDee	ccDEe	ccDEE	CCDee	ccdee	Другие	Всего
O									
A									
B									
AB									

■ **ВЫВОДЫ**

1. Особенностью распределения эритроцитарных групп крови по системам ABO, Rh, Kell в Барановичском районе является преобладание в популяции группы крови O(I) – 32,3% с концентрацией аллеля $r=0,518\pm0,05$ и частотами встречаемости RhD-отрицательной принадлежности 20,44%, а также принципиально значимым для донорства фенотипом cde – 18,39% (антигена K1 – 6,7% (при аллели 0,040)).
2. В Барановичском районе определяется низкий удельный вес распределения в популяции антигена Rhc – $38,50\pm1,40\%$ по сравнению с литературными данными (81,5%).
3. Распределение частот фенотипов групп крови по системе Rh среди D-положительных (79,56%) лиц в популяции установлено в указанной последовательности уменьшения: CcDee>CcDEe>ccDEe>CCDee>ccDee>ccDEE – и среди RhD-отрицательных лиц (20,44 %): cde>Ccdee>ccdEe>CcdEe. Антиген D категории VI встречался с частотой 0,01%.
4. Исследование распределения эритроцитарных групп крови на региональном уровне позволяет создать оптимальные резервы эритроцитарных компонентов крови и проводить пациентам подбор по трансфузионно опасным антигенам эритроцитов.

■ **ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES**

1. Atuhov Yu.P. *Genetic processes in populations*. M.: Nauka; 1989. (in Russian)
2. Rychkov Yu.G., editor. The gene pool of the population of Russia and neighboring countries. In: *Gene Pool and Genogeography of the Population*. SPb.: Nauka; 2000. 611 p. (in Russian)
3. Golovkina L.L., Kalandarov R.S. Polymorphism of RH and RHCE genes: a review of foreign literature and own publications. *Oncohematology*. 2020;15(4):38–51. (in Russian)
4. Gol'dinberg B.M. Anthropological aspects of the phenotyping of human blood groups by the erythrocyte ABO system in the Republic of Belarus. *Medical news*. 2009;(9):59–62. (in Russian)
5. Gol'dinberg B.M., Antuh E.I., Kolomicz E.A. Phenotypic distribution of blood groups according to the ABO system in the population of the Mogilev region. *Bulletin of the Russian Blood Service*. 2007;(4):14–15. (in Russian)
6. Gol'dinberg B.M., Polyko V.L. *The history of the blood service of the Baranovich region*. Minsk: Kolograd; 2023. 86 p. (in Russian)
7. Gol'dinberg B.M., Klimovich O.V. Kozlyakova O.V, Mazhut' V.P., Pavlyuchenko V.V. The first experience of organizing a comprehensive solution to reproductive problems using transfusiological techniques. *Hematology, Transfusiology, Eastern Europe*. 2019;5(4):547–551. (in Russian)
8. Gol'dinberg B.M. Clinical aspects of isoserology in obstetrics and neonatology: a practical guide. *Law and economics*. 2012. 224 p. (in Russian)
9. Gol'dinberg B.M. Problems in determining the erythrocyte blood groups of recipients and ways to overcome them. *Medical news*. 2008;(9):52–56. (in Russian)
10. Gol'dinberg B.M. The prevalence of Rhesus CB antigen among primary donors of the Western Polesie and the Dnieper region of Belarus and its importance in transfusiology. In: *Journal of Hematology & Transfusion*. Kiev; 2012. P. 81–89. (in Russian)
11. Dashkova N.G. The system of ensuring the immunological safety of GMO component therapy. (PhD Theses). M.; 2006. (in Russian)



12. Donskov S.I., Morokov V.A. *Human blood groups. A guide to immunoserology*. M.: BINOM; 2014. 1016 p. (in Russian)
13. Zarubin M.V., Kurnosov N.V., Zaznovov M.E., Zhiburt E.B. Management of red blood cell stocks in the regional blood service. *Transfuziologiya*. 2019;(2). (in Russian)
14. Mikulich A.I. *Belarusians in the genetic space: The anthropology of the ethnos*. Minsk: Tekhnologiya; 2005. 138 p. (in Russian).
15. Mikulich A.I. *Genogeography of the rural population of Belarus*. Minsk: Nauka i tekhnika; 1989. 182 p. (in Russian)
16. Mineeva N.V. *Human blood groups. Fundamentals of immunohematology*. SPb.; 2004. 188 p. (in Russian)
17. Mineeva N.V., Pashkova I.A., et al. Sensitization to erythrocyte antigens (literature review). *Onkogematology*. 2015;10(4):60–5. (in Russian)
18. Mihajlova N.M., Vasil'ev N.I. Distribution of ABO, Rh Kell blood groups among residents of the Smolensk region. *Bulletin of the Russian Blood Service*. 2002;(3):26–28. (in Russian)
19. *The national composition of Belarus in 2023: data and forecasts*. Available at: <https://ebayblog.by//natsionalnyy-sostav-belarusi-v-2023-godu-dannye-i-prognozy> (accessed 17.07.23). (in Russian)
20. Novak L.V., Dvorina E.M. The importance of isoserological phenotyping of blood by transfusion-dangerous antigens of erythrocytes. In: *Modern aspects of transfusiology: materials of a scientific and practical conference with international participation dedicated to the 50th anniversary of the healthcare institution "Slonim Regional Blood Transfusion Station"*. Ministry of Health of the Republic of Belarus, Republican Scientific and Practical Center for Transfusiology and Medical Biotechnology. Minsk: GU RNMB; 2016. P. 34–36. (in Russian)
21. On the amendment of the Regulation of the Ministry of Health of the Republic of Belarus dated May 14, 2015 No. 71: Regulation of the Ministry of Health of the Republic of Belarus dated May 11. 2023 g. № 79. (in Russian)
22. The instruction on the procedure for the medical use of blood and (or) its components in healthcare organizations has been approved: Resolution No. 92 of the Ministry of Health of the Republic of Belarus dated May 19, 2023. *The National Legal Internet portal of the Republic of Belarus*. 28.07.2023;8/40218. (in Russian)
23. Coj S. *The population of Baranovichi: population size and ethnic composition*. Available at: <https://www.syl.ru/article/405099/naselenie-baranovichy-chislennost-i-etnicheskij-sostav?ysclid=lo9ghi088r703980233> (accessed 17.07.23). (in Russian)
24. Cheboksarov N.N., Cheboksarova I.A., *Narody. Rasy. Kul'tury*. 2nd ed. Bromlej Yu.V., editor. M.: Nauka; 1995. 149 p. (in Russian)
25. Milkins C., Berryman J., Cantwell C., et al. Guidelines for pre-transfusion compatibility procedures in blood transfusion laboratories. *BCSH guidelines. Transfus Med*. 2013;23:3–35.
26. Svirnouskaya E., Potapnev M., Goldinberg B., Klimovich O., Pasiukou V. Providing timely availability of safe blood. *Vox Sanguinis*. 2011;101:99.
27. *Technical manual*. Mark E. Brecher, editor. 15th ed. Bethesda: AABB; 2005.
28. Wagner F.F., Kasulke D., Kerowgan M., Flegel W.A. Frequencies of the blood groups ABO, Rhesus, D category VI, Kell, and of clinically relevant high-frequency antigens in southwestern Germany. *Infusionsther Transfusionsmed*. 1995;22(5):285–290.