УДК 572.08.+612.1
DOI https://doi.org/10.32782/naturalspu/2024.1.6

ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРВИННИХ ДОНОРІВ КРОВІ СУМСЬКОГО ОБЛАСНОГО ЦЕНТРУ СЛУЖБИ КРОВІ ЗА ЕРИТРОЦИТАРНИМИ АНТИГЕНАМИ

Торяник Валентина Миколаївна,
кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри біології та методики навчання біології
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
ORCID ID: 0000-0003-0590-1345
Scopus-Author ID: 57886391900
Web of Science Researcher ID: JXX-4904-2024

Васюк Іван Олексійович,
здобувач
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка

У статті актуалізована проблема гарантування імунологічної безпеки трансфузій еритроцитів в умовах значного зростання в Україні потреб у донорській крові та її компонентах від початку повномасштабного вторгнення Росії. У статті висвітлено результати вивчення крові 133-х первинних донорів (83-х чоловіків і 50 жінок) Сумського обласного центру служби крові за антигенами систем AB0, Rh, Kell. Дослідження виконане в рамках Договору № 562 від 22 березня 2016 року про науково-дослідну, методичну та просвітницьку співпрацю між Товариством з обмеженою відповідальністю «Сумський обласний центр служби крові» та Сумським державним педагогічним університетом імені А.С. Макаренка на базі Biopharma Plasma Суми. Визначення антигенів здійснене за методом реакції непрямої гемаглютинації на автоматичному аналізаторі Bio Rad IH 500. Ідентифікація фенотипів за антигенами системи Rh проведена за номенклатурою R.A. Fisher/R.R. Rice. Статистичні показники розраховані у формі відносних величин. Встановлено, що розподіл первинних донорів за антигенами системи AB0 загалом і за статтю відповідає офіційним статистичним даним щодо поширеності антигенів системи AB0 серед українців. Показано, що за системою Rh 86% первинних донорів, зокрема і серед жінок і чоловіків, мають у мембранах еритроцитів антиген D, що цілком відповідає загальноєвропейській частоті резус-позитивного фенотипу. За номенклатурою R.A. Fisher/R.R. Rice первинні донори належать до 8 фенотипів. За системою Келл 92% первинних донорів є К-негативними, серед чоловіків 94% і серед жінок 88%, що узгоджується з літературними даними щодо загальносвітової частоти Келл-негативних (≤90) і Келл-позитивних людей (≥10%). За поєднанням еритроцитарних антигенів систем AB0, Rh та Kell у первинних донорів виявлено 12 фенотипів.

Ключові слова: *донор крові, антиген, еритроцитарна система антигенів, AB0, Rh, Kell, Сумська область.*

Torianyk Valentyna, Vasiuk Ivan. Characteristics of the primary donors of the Sumy regional blood service center

The article updates the problem of ensuring the immunological safety of erythrocyte transfusions in the conditions of a significant increase in the need for donor blood and its components in Ukraine since the beginning of the full-scale invasion of Russia. The article highlights the results of studying the blood of 133 primary donors (83 men and 50 women) of the Sumy Regional Blood Service Center for antigens of AB0, Rh, Kell systems. The study was carried out within the framework of Agreement № 562 dated 03.22.2016 on scientific, methodological and educational cooperation between Sumy Regional Blood Service LLC and Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko on the basis of Biopharma Plasma of Sumy. Determination of antigens was carried out by the indirect hemagglutination reaction method on the Bio Rad IN 500 automatic analyzer. Identification of phenotypes by antigens of the Rh system was carried out according to the nomenclature of R.A. Fisher/R.R. Rice. Statistical indicators were calculated in the form of relative values. It was established that the distribution of primary donors by antigens of the AB0 system in general and by gender corresponds to official statistical data on the prevalence of antigens of the AB0 system among Ukrainians. It is shown that according to the Rh system, 86% of primary donors, including among women and men, have antigen D in the membranes of erythrocytes, which fully corresponds to the European frequency of the Rh-positive phenotype. According to the nomenclature of R.A. Fisher/R.R. Rice primary donors belong to 8 phenotypes. According to the Kell system, 92% of primary donors are K-negative, including 94% among men and 88% among women, which is consistent with the literature on the worldwide frequency of Kell-negative (≤90) and Kell-positive individuals (≥10%). Based on the combination of erythrocyte antigens of AB0, Rh and Kell systems, 12 phenotypes were identified in primary donors.

Key words: *blood donor, antigen, erythrocyte antigen system, AB0, Rh, Kell, Sumy region.*

Вступ. Щомиті у світі постає потреба в гемотрансфузії за життєвими показниками. За статистикою Всесвітньої організації охорони здоров'я, кожен третій житель нашої планети хоча б раз у житті потребує донорської крові [7; 15]. В Україні потреба в донорській крові та її компонентах від початку повномасштабного вторгнення Росії значно зросла: за неофіційними оцінками громадської організації ДонорUA, яка співпрацює з державою щодо забезпечення донорською кров'ю та її компонентами, майже на 60% [12].

Трансфузія крові та її компонентів від донора до реципієнта є трансплантацією, тому з метою профілактики негативних наслідків процедура повинна відповідати правилам і передусім обов'язковому визначенню

групи крові донора та реципієнта. З наявних систем груп крові найбільше клінічне значення мають еритроцитарні системи антигенів AB0, Rh та Kell [7; 20].

Система AB0 представлена двома антигенами на поверхні еритроцитів – *A* і *B*. На еритроцитах, які не мають антигенів *A* і *B*, виявляється антиген *H* [20]. Структура антигенів *A* і *B* може змінитися впродовж життя, зокрема внаслідок патологічних процесів. Наприклад, окремі бактеріальні ферменти за деяких бактеріальних інфекцій шлунково-кишкового тракту можуть спричинити деацетилювання аглютиногену *A*, унаслідок чого в людини може спостерігатися набутий фенотип B [18].

Система Rh (резус-фактор) є найполіморфнішою та найскладнішою системою еритроцитарних антигенів (станом на 2016 р. їх налічувалося 59), і нині розуміння номенклатури генів, антигенів, фенотипів, генотипів, гаплотипів системи Rh має труднощі [21; 22]. До основних антигенів системи Rh належать антигени *D*, *C*, *c*, *E*, *e*. Найактивнішим серед них є антиген *D*, який і визначає наявність «резус-фактора» [2; 7; 14]. Імуногенність інших (мінорних) антигенів системи Rh істотно слабшає в такому порядку: *c* > *E* > *C* > *e* [15; 20]. Нині існують припущення, що антиген *D*, по-перше, не є однорідним і складається із численних парціальних варіантів (*D1*, *D2*, *D3* тощо (*D* partial)), повний набір яких відповідає повноцінному *D*-антигену, відсутність будь-якого одного або декількох із них призводить до появи ослаблених форм антигену *D*, по-друге, що білкова молекула *D* має чотири епітопи, що частково перекриваються: W, X, Y і Z [14; 19; 20; 23]. Також нині відомо про існування рідкісного фенотипу резус-нуль (Rh null) («золота кров»), який характеризується відсутністю всіх антигенів резус [3; 16].

Система Kell (також відома як система Kell – Cellano) представлена 24-ма антигенами на поверхні еритроцитів [6]. Найбільшою імуногенністю характеризується фактор *K* (синоніми Kell, KEL1, K_1). Антитіла анти-К (анти-Kell) мають зазвичай алоімунне походження: з'являються в результаті контакту з еритроцитами *K*+ у разі трансфузії [1]. Більшість людей у світі є Келл-негативними, відповідно еритроцити від Келл-позитивних донорів рідко бувають придатні для переливання. Тому згідно із Законом України № 931–IX від 30 вересня 2020 р. «Про безпеку та якість донорської крові та компонентів крові» та «Порядком медичного обстеження донорів крові та компонентів крові», затвердженим 1 серпня 2005 р. наказом МОЗ України № 385 від 1 серпня 2005 р., у редакції № 207 від 8 лютого 2021 р., відділення та станції переливання крові взагалі не повинні видавати такі еритроцити у клініки [5; 10]. Водночас Келл-позитивні донори можуть здавати компоненти крові, які не містять еритроцитів, тобто тромбоцити іта плазму. Індивіди з негативним антигеном Kell є універсальними за цією ознакою реципієнтами еритроцитів [11; 13].

Сучасна стратегія гарантування імунологічної безпеки трансфузій еритроцитів заснована на двох об'єктивних показниках – частоті й аллоімунізації населення в тому чи іншому регіоні. Тому для підвищення якості комплектування донорських кадрів і управління донорськими кадрами з метою забезпечення населення якісними та безпечними компонентами донорської крові в необхідній кількості, організації обігу донорської крові та компонентів крові, залишається актуальним характеристика первинних донорів за антигенними системами крові.

Метою статті є висвітлення результатів вивчення крові первинних донорів Сумського обласного центру служби крові за антигенами систем AB0, Rh, Kell.

Матеріали та методи. Дослідження проведене на базі Biopharma Plasma м. Суми. Матеріал для дослідження отриманий 12 жовтня 2023 р. від групи 133-х первинних донорів: 83-х чоловіків і 50 жінок. Визначення антигенів систем AB0, Rh, Kell здійснювалося за методом реакції непрямої гемаглютинації на аналізаторі Bio Rad IH 500. Ідентифікація фенотипів за антигенами системи Rh проводилася за номенклатурою R.A. Fisher/R.R. Rice [2; 20]. Статистичні показники у формі відносних величин розраховувалися з використанням MS Excel.

Дослідження виконане в рамках Договору № 562 від 22 березня 2016 р. про науково-дослідну, методичну та просвітницьку співпрацю між ТОВ «Сумський обласний центр служби крові» та Сумським державним педагогічним університетом імені А.С. Макаренка [4].

Результати. Серед первинних донорів дослідної групи за антигенами системи AB0 переважали особи з антигеном *A* – 45% (табл. 1).

На другому місці за частотою були особи з антигеном *H* – 30%, на третьому місці – особи з антигеном *B* (17%), на четвертому – особи з антигенами *A* і *B* (7,5%).

Таблиця 1

Різноманітність первинних донорів крові дослідної групи за антигенами системи AB0

Антиген	Розподіл							
	загальний		чоловіків			жінок		
	N осіб	%	N осіб	% від N загальної	% від N чоловіків	N осіб	% від N загальної	% від N жінок
H	40	30,1	27	20,3	32	13	9,8	26
A	60	45,1	38	28,6	46	22	16,5	44
B	23	17,3	12	9,1	15	11	8,2	22
A і *B*	10	7,5	6	4,5	7	4	3	8

Такий розподіл збігається з офіційними статистичними даними, згідно з якими українців, що мають у мембранах еритроцитів антиген *A,* 40%, антиген *H* – 37%, антиген *B* – 17%, антигени *A* і *B* – 6% [17; 18].

Прикметно, що за результатами гематологічних обстежень понад 17 тис. українців у 1960–1970-х рр. групою українських науковців щодо сумарного розподілу еритроцитарних систем крові ABO, Rh, MN, Hp, Gc, Gm, Tf було окреслено 5-ть геногеографічних зон України: центральноукраїнську, поліську, деснянську, південно-східну та карпатську [8]. Перші чотири належать до великої східноєвропейської, а остання – до північно-балкансько-карпатської великих гематологічних зон. Порівняно зі Східною Європою, де відносна кількість населення з антигенами системи AB0 становила: *H* – 44%, *A* – 42%, *B* – 10%, *A* і *B* – 4%, у деснянській зоні, до якої належить більша частина Сумської області і Чернігівська область, серед корінного населення була зафіксована низька частота осіб з антигеном A (21,2%), вища порівняно зі східноєвропейською частотою частота осіб з антигеном *B* (15,6%) і відносно висока частота осіб з антигеном *H* (63,2%).

Розподіл чоловіків і жінок дослідної групи первинних донорів за антигенами системи AB0 збігався із загальним розподілом, однак у жінок на еритроцитах відносно рідше траплявся антиген *H* і відносно частіше – антиген *B* і *A* та *B* разом.

Серед первинних донорів дослідної групи за системою Rh 86% були резус-позитивними (табл. 2), тобто мали в мембранах еритроцитів антиген *D*, що цілком відповідає загальноєвропейській частоті цього антигена [17].

Відмінності в розподілі резус-позитивних чоловіків і жінок від загального перебували в межах статистичної похибки.

У первинних донорів дослідної групи виявлено 8 фенотипів системи Rh за класифікацією R.A. Fisher/R.R. Rice (табл. 3).

Найчастішим був генотип ccD_ee, що відповідає фенотипу D+ C− E− c+ e+ (48%). На другому місці за частотою був генотип ccD_EE, що відповідає фенотипу D+ C− E+ c+ e− (15%), на третьому – генотип ccddee, що відповідає фенотипу D− C− E− c+ e+ (12%). Рідко траплявся генотип Ccddee, що відповідає фенотипу D− C+ E− c+ e+ (2,25%). Рідкісними (менше 1%) у чоловіків і жінок дослідної групи був генотип ccD_Ee і відповідно фенотип D+ C− E+ c+ e+, у жінок – ще й генотип Ccddee і відповідно фенотип D− C+ E− c+ e+.

Серед 6-ти генотипів/фенотипів RhD+ перші три місця за частотою були за генотипами/фенотипами: ccD_ee/D+ C− E− c+ e+ (56%), ccD_EE/D+ C− E+ c+ e− (17,5%), CCD_ee/D+ C+ E− c− e+ (10,5%). Серед первинних донорів-RhD− дослідної групи було виявлено всього 2 генотипи, причому 84% мали генотип ccddee і відповідно фенотип D− C− E− c+ e+, решта – генотип Ccddee і відповідно фенотип D− C+ E− c+ e+. За літературними даними, найбільш поширеними генотипами за системою Rh серед RhD+ є C_D_E_ (Rh_0'''), C_D_ee (Rh_0'), ccD_E_ (Rh_0''), ccD_ee (Rh_0), серед RhD−: ccddee (rh_0), C_ddee (rh'), ccddE_ (rh''), C_ddE_ (rh' rh'') [9].

Серед первинних донорів дослідної групи варіанти RhCcEe-антигена мали: 12% – *CE*, 23% – *Ce*, 22% – *cE*, 78% – *ce*. У 85% первинних донорів дослідної групи виявлений найменш імуногенний серед мінорних антигенів системи Rh антиген *e*, у 91% – найбільш імуногенний серед мінорних антигенів – антиген *c*. Лише 22 і 23% первинних донорів дослідної групи мали відповідно мінорний антиген *E*, що в ряду іму-

Таблиця 2

Різноманітність первинних донорів крові дослідної групи за антигенами системи Rh

Антиген	Розподіл							
	загальний		чоловіків			жінок		
	N осіб	%	N осіб	% від N загальної	% від N чоловіків	N осіб	% від N загальної	% від N жінок
D +	114	86	72	54,1	86,7	42	31,9	84
D−	19	14	11	8	13,3	8	6	16

Таблиця 3

Розподіл первинних донорів за фенотипами та генотипами системи Rh (за R.A. Fisher/R.R. Rice)

Генотип	Фенотип	Частота					
		загальна		чоловіків		жінок	
		N осіб	%	N осіб	%	N осіб	%
CcD_Ee	D+ C+ E+ c+ e+ (RhD+)	7	5,26	4	3,01	3	2,25
CcD_ee	D+ C+ E− c+ e+ (RhD+)	9	6,81	5	3,8	4	3,01
ccD_Ee	D+ C− E+ c+ e+ (RhD+)	2	1,5	1	0,75	1	0,75
CCD_ee	D+ C+ E− c− e+ (RhD+)	12	9,05	9	6,8	3	2,25
ccD_ee	D+ C− E− c+ e+ (RhD+)	64	48,12	39	29,32	25	18,8
ccD_EE	D+ C− E+ c+ e− (RhD+)	20	15,01	14	10,5	6	4,51
ccddee	D− C− E− c+ e+ (RhD−)	16	12	9	6,8	7	5,2
Ccddee	D− C+ E− c+ e+ (RhD−)	3	2,25	2	1,5	1	0,75

ногенності перебуває на другому місці після антигену *c*, та мінорний антиген *C*, що в ряду імуногенності йде за антигеном *E*.

Майже 92% первинних донорів дослідної групи виявилися Келл-негативними (K−), серед чоловіків 94% і серед жінок 88% (табл. 4).

За літературними даними, у світі Келл-позитивних (K+) людей менше 10% [1; 6; 20].

За поєднанням антигенів систем AB0, Rh та Kell у первинних донорів дослідної групи виявлено 12 фенотипів (табл. 5).

За частотою перша п'ятірка фенотипів (загалом, а також і серед чоловіків, і серед жінок) формувала такий низхідний ранжований ряд: *A D+ K– > H D+ K–> B D+ K– > H D–K– > A D– K–* і *AB D+ K−*.

З однаковою частотою (5,2%) у дослідній групі первинних донорів трапляися особи *D−* та *K*-негативні з антигеном *A* й антигенами *A* і *B*. Рідкісними в дослідній групі первинних донорів виявилися фенотипи *H D+ K+*, *A D− K+*, *B D− K−* та *AB D− K−*. Не було в дослідній групі первинних донорів осіб із фенотипами *H D− K+*, *B D− K+*, *B D− K−* і *AB D− K+*.

Серед чоловіків дослідної групи найрідше (1,2%) траплялися особи з фенотипом *AB D+ K+* , і зовсім не було осіб ще й з фенотипами *H D+ K+* і *A D− K+*. Серед жінок дослідної групи найрідше (2%) траплялися особи з фенотипами *H D+ K+*, *A D− K+* і *AB D+ K+*.

За літературними даними, розподіл фенотипів за антигенами системи AB0 в поєднанні з антигенами системи Rh (RhD) в Україні (за середніми показниками популяції) становить: H D+ – 32%, A D+ – 34%, *B D+* – 15%, *AB D+* – 5%; *H D−* – 5%, *A D−* – 6%, *B D−* – 2%, *AB D−* – 1% [44]. Наші результати збігаються із цими даними лише за відносною частотою фенотипу *A D−*, але це, імовірно, через значно меншу вибірку, на основі якої проведено дослідження, і те, що ця вибірка все ж таки не з генеральної сукупності.

Висновки:

1. Розподіл первинних донорів за антигенами системи AB0 відповідав офіційним статистичним даним щодо поширеності антигенів системи AB0 серед українців: *A > H > B > AB*.

2. Розподіл чоловіків – первинних донорів і жінок – первинних донорів за антигенами системи AB0 збігався з розподілом у загальній групі, однак серед жінок відносно рідше траплялися особи з антигеном *H* і відносно частіше – з антигеном *B* і антигенами *A* і *B*.

3. За системою Rh (D) 86% первинних донорів були резус-позитивними, що цілком відповідає загальноєвропейській частоті цього фенотипу. Відмінності частоти резус-позитивних чоловіків і жінок від загальної частоти резус-позитивних осіб у групі були в межах статистичної похибки.

Таблиця 4

Розподіл первинних донорів крові дослідної групи за антигенами системи Kell

Антиген	Кількість							
	загальна		чоловіків			жінок		
	N осіб	%	N осіб	% від N загальної	% від N чоловіків	N осіб	% від N загальної	% від N жінок
K+	11	8	5	3,5	6	6	4,5	12
K−	122	92	78	59	94	44	33	88

Таблиця 5

Розподіл первинних донорів крові дослідної групи за поєднанням антигенів систем AB0, Rh та Kell

Варіант поєднання	Частота							
	загальна		чоловіків			жінок		
	N осіб	%	N осіб	% від N загальної	% від N чоловіків	N осіб	% від N загальної	% від N жінок
H D+ K+	1	0,75	0	0	0	1	0,75	2
H D+ K−	29	21,8	21	15,7	25,3	8	6,1	16
H D− K+	0	0	0	0	0	0	0	0
H D− K−	10	7,52	6	4,51	7,23	4	3,01	8
A D+ K+	4	3	2	1,5	2,41	2	1,5	4
A D+ K−	48	36,09	32	24,06	38,55	16	12,03	32
A D+ K+	1	0,75	0	0	0	1	0,75	2
A D− K−	7	5,26	4	3,01	4,82	3	2,25	6
B D+ K+	3	2,25	2	1,5	2,41	1	0,75	2
B D+ K−	20	15,03	10	7,515	12,05	10	7,515	20
B D− K+	0	0	0	0	0	0	0	0
B D− K−	0	0	0	0	0	0	0	0
AB D+ K+	2	1,5	1	0,75	1,2	1	0,75	2
AB D+ K−	7	5,26	4	3,01	4,82	3	2,25	6
AB D− K+	0	0	0	0	0	0	0	0
AB D− K−	1	0,75	1	0,75	1,2	0	0	0

4. За класифікацією R.A. Fisher/R.R. Rice серед первинних донорів виявлено 8 фенотипів із 19 можливих. Найпоширенішим в обох статей був фенотип D+ C− E− c+ e+ (48%), рідкісним (менше 1%) – фенотип D+ C− E+ c+ e.

5. За системою Келл 92% первинних донорів були Келл-негативними, серед чоловіків 94%, серед жінок 88%, що узгоджується з літературними даними щодо загальносвітової частоти Келл-негативних (≤90) і Келл-позитивних людей (≥10%).

6. За поєднанням еритроцитарних антигенів систем AB0, Rh та Kell у первинних донорів виявлено 12 із 16-ти можливих фенотипів. За частотою перша п'ятірка фенотипів (загалом, а також серед чоловіків і серед жінок окремо) була сформована в такий низхідний ряд: *A D+ K–> H D+ K–> B D+ K–> H D– K–> A D– K–* і *AB D+ K–* .

Література:

1. Васюк І.О. Значення скринінгу донорської крові на антиген К системи Kell. *Актуальні проблеми дослідження довкілля :* матеріали X Міжнародної наукової конференції, 25–26 травня 2023 р. Суми : СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2023. С. 212–214.

2. Васюк І.О., Торяник В.М. Розподіл первинних донорів крові Сумського обласного центру служби крові за антигенним складом системи Rh. *Освітні та наукові виміри природничих наук :* матеріали IV Всеукраїнської заочної наукової конференції, 9 листопада 2023 р. Суми : Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, 2023. С. 10–12.

3. Виявлення поширених і нових рідкісних типів слабкого антигена Rh D у хворих із захворюваннями крові та здорової людини / Л.Л. Головкіна та ін. *Онкогематологія*. 2019. № 14/3. С. 52–59.

4. Договір № 562 від 22.03.2016 р. про науково-дослідну, методичну та просвітницьку співпрацю між ТОВ «Сумський обласний центр служби крові» та Сумським державним педагогічним університетом імені А.С. Макаренка. URL: https://pgf.sspu.edu.ua/images/COCSK_60f5b.pdf (дата звернення: 20.01.2024).

5. Про безпеку та якість донорської крові та компонентів крові : Закон України № 931–IX від 30 вересня 2020 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/239/95-%D0%B2%D1%80#Text (дата звернення: 25.12.2023).

6. Практичне значення виявлення Келл-антигену у крові донора та пацієнта / С.Б. Кочубей та ін. *Медицина транспорту України. Практика і досвід*. 2008. № 2. С. 84–85.

7. Клінічні аспекти трансфузіології : навчальний посібник / О.О. Потапов та ін. Суми : Сумський державний університет, 2019. С. 37–38.

8. Макарчук С.А. Антропологічне районування України та прикмети сучасних українців. *Етнографія України :* навчальний посібник / С.А. Макарчук. Львів : Світ, 2004. 218 с.

9. Про затвердження інструкцій, регламентуючих діяльність закладів служби крові України : наказ МОЗ України № 164 від 5 липня 1999 р. URL: https://ips.ligazakon.net/document/MOZ2277 (дата звернення: 15.01.2024).

10. Про інфекційну безпеку донорської крові та її компонентів : наказ МОЗ України № 385 від 1 серпня 2005 р., із змінами, внесеними наказом МОЗ України № 207 від 8 лютого 2021 р. URL: https://ips.ligazakon.net/document/RE11176 (дата звернення: 15.01.2024).

11. Про затвердження інструкцій з виготовлення, використання та забезпечення якості компонентів крові : наказ МОЗ України № 1093 від 17 грудня 2013 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0030-14#Text (дата звернення: 15.01.2024).

12. Нинько Дар'я. Кров під час війни: Україні бракує постійних донорів. URL: https://www.dw.com/uk/zapasi-krovi-pid-cas-vijni-ukraini-brakue-postijnih-donoriv/a-66148156 (дата звернення: 20.01.2024).

13. Організація трансфузіологічної допомоги в закладах охорони здоров'я. Посібник для лікарів – слухачів курсів установ післядипломної освіти / за заг. ред. С. Видиборця., О. Сергієнка. 2-е вид. Київ ; Вашингтон, 2019. С. 252–256.

14. Павлюк Р.П. Серологічно слабкий D-фенотип: огляд та інтерпретація групи крові RhD. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2020. Т. 5. № 5 (27). С. 45–52.

15. Перехрестенко П.М., Назарчук Л.В. Донорство крові, її компонентів: проблеми та шляхи вирішення. *Онкологія, гематологія, терапія: загальна практика*. 2010. URL: www.umj.com.ua/uk/publikatsia-5941-donorstvo-krovi-ii-komponentiv-problemi-ta-shlyaxi-virishennya (дата звернення: 15.01.2024).

16. Rh null: Rarest Blood Tape on Earth. URL: https://www.google.com/search?q=rh+null%3A+rarest+blood+-type+on+earth (дата звернення: 25.12.2023).

17. Розподіл AB0 (ABO) і Rh (RhD) груп крові за країнами (середні показники популяції). URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Розподіл_популяції_за_групами_крові_за_країною (дата звернення: 25.12.2023).

18. Смірнов О.Ю. Медична біологія : енциклопедичний довідник. Київ : Ліра-К, 2016. С. 104–105.

19. Molecular screening of the Cw antigen for typing donors compatible with patients with anti-MAR-like antibodies / A. Orzińska et al. *Blood Transfus*. 2016, Nov. № 14 (6). P. 573–576. DOI: 10.2450/2015.0044-15.

20. The Blood Group Antigen Facts Book / M.E. Reid et al. 3'rd ed. San Diego : Academic Press, 2012. 758 p.

21. Transfusion medicine and hemostasis: clinical and laboratory aspects / B.H. Shaz et al. (Eds.). 3'th ed. Elsevier, 2019. Chapter 40, Rh-immune globulin, p. 247–50.

22. International society of blood transfusion working party on red cell / J.R. Storry et al. *Immunogenetics and terminology: report of the Seoul and London meetings*. *ISBT Sci Ser*. Author manuscript. 2016. № 11 (2). P. 118–122.

23. The molecular basis of the Rhesus antigen Ew / E. Strobel et al. *Transfusion*. 2004. V. 44. № 3. P. 407–409.

References:

1. Vasiuk, I.O. (2023). Znachennia skryninhu donorskoi krovi na antyhen K systemy Kell. *Aktualni problemy doslidzhennia dovkillia* : materialy Kh Mizhnarodnoi naukovoi konferentsii, 25–26 travnia 2023 r. Sumy : SumDPU imeni A.S. Makarenka. P. 212–214 [in Ukrainian].

2. Vasiuk, I.O., Torianyk, V.M. (2023). Rozpodil pervynnykh donoriv krovi Sumskoho oblasnoho tsentru sluzhby krovi za antyhennym skladom systemy Rh. *Osvitni ta naukovi vymiry pryrodnychykh nauk* : materialy IV Vseukrainskoi zaochnoi naukovoi konferentsii, 9 lystopada 2023 r. Sumy : Sumskyi derzhavnyi pedahohichnyi universytet imeni A. S. Makarenka. P. 10–12 [in Ukrainian].

3. Holovkina, L.L., Kolandarov, R.S., Pshenychnykova, O.S., Syrin, V.L., Stremoukhova, A.H., Pushkina, T.D. ta in. (2019). Vyiavlennia poshyrenykh i novykh ridkisnykh typiv slabkoho antyhenu Rh D u khvorykh iz zakhvoriuvanniamy krovi ta zdorovoi liudyny. *Onkohematolohiia*. № 14/3. P. 52–59 [in Ukrainian].

4. Dohovir № 562 vid 22.03.2016 r. pro naukovo-doslidnu, metodychnu ta prosvitnytsku spivpratsiu mizh TOV "Sumskyi oblasnyi tsentr sluzhby krovi" ta Sumskym derzhavnym pedahohichnym universytetom imeni A.S. Makarenka. URL: https://pgf.sspu.edu.ua/images/COCSK_60f5b.pdf (data zvernennia: 20.01.2024) [in Ukrainian].

5. Zakon Ukrainy № 931–IX "Pro bezpeku ta yakist donorskoi krovi ta komponentiv krovi" vid 30 veresnia 2020 r. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/239/95-%D0%B2%D1%80#Text (data zvernennia: 25.12.2023) [in Ukrainian].

6. Kochubei, S.B., Derpak, Yu.Yu., Kovalova, V.O., Lukomska, S.M. (2008). Praktychne znachennia vyiavlennia Kell-antyhenu v krovi donora ta patsiienta *Medytsyna transportu Ukrainy. Praktyka i dosvid*. № 2. P. 84–85 [in Ukrainian].

7. Klinichni aspekty transfuziolohii: navch. posib. (2019) / O.O. Potapov, M.M. Rubanets, O.P. Kmyta. Sumy : Sumskyi derzhavnyi universytet. P. 37–38 [in Ukrainian].

8. Makarchuk, S.A. (2004). Etnohrafiia Ukrainy. Rozdil "Antropolohichne raionuvannia Ukrainy ta prykmety suchasnykh ukraintsiv". Navchalnyi posibnyk. Lviv: Svit. 218 pp. [in Ukrainian].

9. Nakaz MOZ Ukrainy № 164 "Pro zatverdzhennia instruktsii, rehlamentuiuchykh diialnist zakladiv sluzhby krovi Ukrainy" vid 5 lypnia 1999 roku. URL: https://ips.ligazakon.net/document/MOZ2277 (data zvernennia: 15.01.2024) [in Ukrainian].

10. Nakaz MOZ Ukrainy № 385 vid 01.08.2005 "Pro infektsiinu bezpeku donorskoi krovi ta yii komponentiv" (iz zminamy, vnesenymy nakazom MOZ Ukrainy № 207 vid 08.02.2021). URL: https://ips.ligazakon.net/document/RE11176 (data zvernennia: 15.01.2024) [in Ukrainian].

11. Nakaz MOZ Ukrainy № 1093 "Pro zatverdzhennia instruktsii z vyhotovlennia, vykorystannia ta zabezpechennia yakosti komponentiv krovi" vid 17.12.2013. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0030-14#Text (data zvernennia: 15.01.2024) [in Ukrainian].

12. Nynko, D. (2024). Krov pid chas viiny: Ukraini brakuie postiinykh donoriv. URL: https://www.dw.com/uk/zapasi-krovi-pid-cas-vijni-ukraini-brakue-postijnih-donoriv/a-66148156 (data zvernennia: 20.01.2024) [in Ukrainian].

13. Orhanizatsiia transfuziolohichnoi dopomohy v zakladakh okhorony zdorov'ia (2019). Kerivnytstvo dlia likariv-slukhachiv kursiv ustanov pisliadyplomnoi osvity / za zah. red. prof. S. Vydybortsia., k. med. n. O. Serhiienka. Vydannia druhe. Kyiv – Vashynhton. P. 252–256 [in Ukrainian].

14. Pavliuk, R.P. (2020). Serolohichno slabkyi D-fenotyp: ohliad ta interpretatsiia hrupy krovi RhD. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu*. T. 5. № 5 (27). P. 45–52 [in Ukrainian].

15. Perekhrestenko, P.M., Nazarchuk, L.V. (2010). Donorstvo krovi, yii komponentiv: problemy ta shliakhy vyrishennia. *Onkolohiia, hematolohiia, terapiia: zahalna praktyka.* URL: www.umj.com.ua/uk/publikatsia-5941-donorstvo-krovi-ii-komponentiv-problemi-ta-shlyaxi-virishennya (data zvernennia: 15.01.2024) [in Ukrainian].

17. Rozpodil AB0 (ABO) i Rh (RhD) hrup krovi za krainamy (seredni pokaznyky populiatsii). URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Rozpodil_populiatsii_za_hrupamy_krovi_za_krainoiu (data zvernennia: 25.12.2023) [in Ukrainian].

18. Smirnov, O.Yu. (2016). Medychna biolohiia: Entsyklopedychnyi dovidnyk. K.: Vydavnytstvo "Lira-K". P. 104–105 [in Ukrainian].

19. Orzińska, A., Guz, K., Michalewska, B., Brojer, E. (2016). Molecular screening of the Cw antigen for typing donors compatible with patients with anti-MAR-like antibodies. *Blood Transfus*. Nov. № 14 (6). P. 573–576 [in English].

20. Reid, M.E., Lomas-Francis, C., Olsson, M. (2012). The Blood Group Antigen Facts Book. 3'rd ed. San Diego: Academic Press. 758 pp. [in English].

21. Shaz, B.H., Gil, M.R., Hillyer, C.D., Eds. (2019). Transfusion medicine and hemostasis: clinical and laboratory aspects. 3'th ed. Elsevier. Chapter 40, Rh-immune globulin P. 247–50 [in English].

22. Storry, J.R., Castilho, L., Chen, Q., Daniels, G., Denomme, G., Flegel, W.A., et al. (2016). International society of blood transfusion working party on red cell. Immunogenetics and terminology: report of the Seoul and London meetings. ISBT Sci Ser. Author manuscript. 11 (2). P. 118–122 [in English].

23. Strobel, E., Noizat-Pirenne, F., Hofmann, S. et al. (2004). The molecular basis of the Rhesus antigen Ew. *Transfusion*. V. 44. № 3. P. 407–409 [in English].