

## ВНЕДРЕНИЕ NAT-СКРИНИНГА ИНФЕКЦИЙ У ДОНОРОВ КРОВИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Татьяна Николаевна Савчук<sup>1</sup>, Жандос Копысович Буркитбаев<sup>1</sup>, Саняя Алишевна Абдрахманова<sup>1</sup>, Светлана Викторовна Скорикова<sup>1</sup>, Николай Семёнович Кузьмин<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Научно-производственный центр трансфузиологии Республики Казахстан, г. Астана, Казахстан;

<sup>2</sup>Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия

### Реферат

DOI: 10.17750/KMJ2015-414

**Цель.** Оценить эффективность NAT-скрининга (от англ. nucleic acid amplification technologies — технология амплификации нуклеиновых кислот) инфекций у доноров крови Казахстана.

**Методы.** Изучили статистические показатели обследования доноров крови в Республике Казахстан в 2012–2014 гг.

**Результаты.** В 2014 г. количество обследованных доноров возросло по сравнению с 2012 г. на 3,4%. Количество отводов из-за положительного результата скрининга серологических маркёров сократилось на 10,9%, а доля таких доноров — на 13,8% ( $p < 0,01$ ; отношение рисков 0,86; 95% доверительный интервал 0,83–0,88;  $\chi^2=136,76$ ). В 2014 г. удалось достичь 100% NAT-скрининга донаций (312 510 доноров). Большую часть NAT-скрининга в Республике Казахстан проводят на закрытых автоматизированных системах. В 2012 г. один центр крови проводил скрининг с помощью полимеразной цепной реакции на открытых автоматических системах, пять центров крови — с ручной подготовкой проб. В 2014 г. количество отводов из-за положительного результата NAT-скрининга увеличилось на 44,3%, а доля таких доноров — на 38,7% ( $p < 0,01$ ; отношение рисков 1,39; 95% доверительный интервал 1,15–1,67;  $\chi^2=11,82$ ). Выявлены серонегативные NAT-положительные образцы по результатам дискриминантного теста: вирус иммунодефицита человека — 2 (0,8%) образца, вирус гепатита В — 182 (73,4%), вирус гепатита С — 60 (24,2%), отрицательный результат — 4 (1,6%) случая.

**Вывод.** Внедрение NAT-скрининга донорской крови позволило предотвратить переливание инфицированной крови: вирус иммунодефицита человека — 1 случай на 150 000 донаций, вирус гепатита В — 1 случай на 1650 донаций, вирус гепатита С — 1 случай на 5000 донаций.

**Ключевые слова:** служба крови, донор, инфекция, NAT, полимеразная цепная реакция, гепатит, ВИЧ.

## INTRODUCTION OF NAT-TESTING FOR INFECTIONS FOR SCREENING BLOOD DONORS IN REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

T.N. Savchuk<sup>1</sup>, Z.K. Burkibaev<sup>1</sup>, S.A. Abdrakhmanova<sup>1</sup>, S.V. Skorikova<sup>1</sup>, N.S. Kuz'min<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Research and Production Center of Transfusiology of Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan;

<sup>2</sup>National Medical and Surgical Centre named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia

**Aim.** To evaluate the effectiveness of NAT-screening (nucleic acid amplification technologies) for infections in blood donors in Kazakhstan.

**Methods.** Statistical data of blood donors screening examinations in the Republic of Kazakhstan in 2012–2014 were evaluated.

**Results.** In 2014, the number of examined donors increased by 3.4% compared with 2012. The number of deferrals due to positive screening results for serological markers decreased by 10.9%, while the share of such donors decreased by 13.8% [ $p < 0.01$ ; odds ratio (OR) — 0.86, 95% confidence interval (CI 95%) — 0.83–0.88;  $\chi^2=136.76$ ]. In 2014, 100% of donations were screened using NAT-testing (312,510 donors). Most of the NAT-screening in Kazakhstan is performed using closed automated systems. In 2012, 1 Blood Center conducted a polymerase chain reaction screening by open circuit polymerase chain reaction systems, in 5 blood centers polymerase chain reaction was performed with manual sample preparation. In 2014, the number of deferrals due to positive NAT-testing results has increased by 44.3%, the share of such donors — by 38.7% ( $p < 0.01$ ; OR=1.39, 95% CI=1.15–1.67;  $\chi^2=11.82$ ). Seronegative NAT-positive samples were discovered according to the results of discriminant test, including human immunodeficiency virus — 2 (0.8%) samples, hepatitis B virus — 182 (73.4%), hepatitis C virus — 60 (24.2%), negative result — 4 (1.6%).

**Conclusion.** The introduction of screening NAT-testing of donated blood prevented transfusion of blood infected with: human immunodeficiency virus — 1 in 150,000 donations, hepatitis B virus — 1 in 1.650 donations, hepatitis C virus — 1 in 5,000 donations.

**Keywords:** blood service, donor, infection, NAT, polymerase chain reaction, hepatitis, HIV.

Скрининг маркёров инфекций у доноров — важнейший элемент инфекционной безопасности в службе крови [3–12, 16, 18–21]. Наряду с серологическими маркёрами в мире всё активнее внедряют скрининг нуклеиновых кислот вирусов (NAT-скрининг, от англ. nucleic acid amplification technologies — технология амплификации нуклеиновых кислот), позволяющий сократить период «окна» [1, 17, 21]. В Республике Казахстане (РК) качество работы службы крови — государствен-

ная задача [2, 13–15].

С 2012 г. внедрён обязательный двухэтапный скрининг донорской крови на гемотрансмиссивные инфекции. Разрешено проводить пулирование образцов донорской крови для исследования методом полимеразной цепной реакции (ПЦР). Центры крови оснащаются закрытыми автоматизированными лабораторными системами «Cobas S-201» для ПЦР-тестирования («Roche»). С 2012 г. в государственном мониторинге добавлены данные о выполнении ПЦР-исследования доноров крови. Алгоритм обследования доноров

Таблица 1

## Охват доноров двухэтапным скринингом в Республике Казахстан

Показатель	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Обследовано доноров на первом этапе (ИХЛА/ИФА-скрининг)	302 163	303 561	312 510
Выявлено инфекций по результатам первого этапа, n	12 558	11 264	11 191
%	4,16	3,71	3,58
Количество доноров, подлежащих тестированию на втором этапе методом ПЦР	289 605	292 297	301 319
Количество доноров, протестированных методом ПЦР	233 499	284 799	301 319
Доля доноров, обследованных методом ПЦР, %	80,6	97,4	100

Примечание: ИХЛА — иммунохемилюминесцентный анализ; ИФА — иммуноферментный анализ; ПЦР — полимеразная цепная реакция.

Таблица 2

## Использование автоматизации в NAT-скрининге доноров крови в Республике Казахстан

Показатель	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Доля скрининга образцов донорской крови методом ПЦР на автоматических системах закрытого типа, %	75	86	88
Доля скрининга образцов донорской крови методом ПЦР на автоматических системах открытого типа, %	7	1	0
Доля скрининга образцов донорской крови методом ПЦР с ручной пробоподготовкой, %	19	13	12

Примечание: ПЦР — полимеразная цепная реакция.

Таблица 3

## Количество и результаты исследований методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) и затраты реагентов

Показатель	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Количество доноров, подлежащих тестированию на втором этапе методом ПЦР	289 605	292 297	301 319
Всего проведено анализов	149 235	92 645	95 577
Выявлено инфекций по результатам второго этапа, n	185	201	267
%	0,06	0,07	0,09

основан на двухэтапном последовательном скрининге:

– первый этап — проводят исследование на наличие серологических маркеров гемотрансфузионных инфекций;

– второй этап — все образцы, имеющие отрицательный результат на серологические маркеры, тестируют в ПЦР (табл. 1).

Цель исследования — оценить эффективность NAT-скрининга инфекций у доноров крови РК.

Мы изучили статистические показатели обследования доноров крови в РК в 2012–2014 гг.

В 2014 г. количество обследованных доноров возросло по сравнению с 2012 г. на 3,4%. Количество отводов из-за положительного результата скрининга серологических маркеров сократилось на 10,9%, а доля таких доноров — на 13,8% [ $p < 0,01$ ; отношение рисков (ОР) 0,86, 95% доверительный интервал (ДИ) 0,83–0,88;  $\chi^2 = 136,76$ ], что связано как с работой по рекрутированию здоровых доноров, так и с повышением специфичности серологических диагностикумов. В 2014 г. удалось достичь 100% NAT-скрининга доноров (см. табл. 1).

Большую часть NAT-скрининга в РК прово-

дят на закрытых автоматизированных системах (табл. 2). В 2012 г. один центр крови [Костанайский областной центр крови (ОЦК)] проводил ПЦР-скрининг на открытых автоматических ПЦР-системах, пять центров крови [городской центр крови (ГЦК) г. Алматы, ОЦК г. Тараз, ОЦК г. Шымкент, ОЦК г. Петропавловск] проводили ПЦР с ручной подготовкой проб. В 2013–2014 гг. снижена доля использования открытых автоматических ПЦР-систем и ПЦР, выполненных с ручной пробоподготовкой.

Согласно действующим Правилам (Приказ и.о. Министра здравоохранения РК №684 от 10.11.2009 «Об утверждении Правил контроля качества и безопасности донорской крови и её компонентов» с изменениями и дополнениями от 02.08.2012, приказ №524) разрешено проведение ПЦР-скрининга с применением пулирования по 6 образцов проб крови доноров в один пул. По этой причине количество выполненных ПЦР-исследований меньше, чем обследованных лиц (табл. 3). Затраты реагентов с учётом контрольных постановок, перестановок по причинам положительных и невалидных пулов составляют в среднем 1 тест на 3 донора.

В 2014 г. количество отводов из-за положи-

тельного результата NAT-скрининга увеличилось на 44,3%, а доля таких доноров — на 38,7% ( $p < 0,01$ ;  $OR=1,39$ ; 95% ДИ=1,15–1,67;  $\chi^2=11,82$ ) (см. табл. 3). Все эти доноры были отрицательными в серологическом тестировании.

В 2012–2013 гг. на территории РК была зарегистрирована первая версия мультиплексного теста (TaqScreen MPX v. 1.0), которая при положительном результате не указывает конкретно вирус. Для дифференцировки возбудителя требовалось проведение дискриминаторного тестирования. В региональных центрах крови не было оборудования для проведения дополнительного тестирования. Компоненты крови, заготовленные от ПЦР-МРХ-положительных доноров, браковались.

В 2014 г. начинается переход центров крови на работу со второй версией мультиплексного теста (TaqScreen MPX v. 2.0), с помощью которого исследовано 248 образцов, положительных в мультиплексном тесте. Результаты дискриминаторного теста: вирус иммунодефицита человека — 2 (0,8%) образца, вирус гепатита В — 182 (73,4%), вирус гепатита С — 60 (24,2%), отрицательный результат — 4 (1,6%) случая.

### ВЫВОД

Внедрение NAT-скрининга донорской крови позволило предотвратить переливание инфицированной крови: вирус иммунодефицита человека — 1 случай на 150 000 донаций, вирус гепатита В — 1 случай на 1650 донаций, вирус гепатита С — 1 случай на 5000 донаций.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бур С., Вайхерт В., Валид Сураис В. и др. NAT-мини-пул-геноскринирование крови на основе международных стандартов ВОЗ — гарантия вирусной и бактериальной безопасности реципиентов. — Москва, Новосибирск, Франкфурт-на-Майне, 2003. — 87 с. [Buhr S., Weishert W., Sireis W. et al. *NAT-mini-pul-genoskrinirovanie krovi na osnove mezhdunarodnykh standartov VOZ — garantiya virusnoy i bakterial'noy bezopasnosti retsipientov*. (NAT-mini-pool genetic blood screening according to international standards of WHO — guarantee of recipient's viral and bacterial safety.) Moscow, Novosibirsk, Frankfurt am Main. 2003; 87 p.]
2. Буркитбаев Ж.К., Скорикова С.В., Абдрахманова С.А., Жибурт Е.Б. Основные показатели развития донорства крови и её компонентов в Республике Казахстан // Служба крови Республики Казахстан. — 2014. — №2. — С. 91–97. [Burkitbaev Zh.K., Skorikova S.V., Abdakhmanova S.A., Zhiburt E.B. The main indicators of blood and its components donation development in Republic of Kazakhstan. *Sluzhba krovi Respubliki Kazakhstan*. 2014; 2: 91–97. (In Russ.)]
3. Губанова М.Н., Мадзаев С.Р., Аветисян К.С. и др. Остаточный риск инфицирования при переливании крови // Трансфузиология. — 2013. — Т. 14, №4. — С. 13–23. [Gubanova M.N., Madzaev S.R., Avetisyan K.S. Residual risk of infection in blood transfusion. *Transfuziologiya*. 2013; 14 (4): 13–23. (In Russ.)]
4. Жибурт Е.Б. Профилактика посттрансфузионных гепатитов. — СПб.: Терра Медика, 1998. — 52 с.

[Zhiburt E.B. *Profilaktika posttransfuzionnykh gepatitov*. (Posttransfusion hepatitis prevention.) Saint Petersburg: Terra Medika. 1998; 52 p. (In Russ.)]

5. Жибурт Е.Б. Трансфузиология. — СПб: Питер, 2002. — 736 с. [Zhiburt E.B. *Transfuziologiya*. (Transfusiology.) Saint Petersburg: Piter. 2002; 736 p. (In Russ.)]

6. Жибурт Е.Б. Правила переливания плазмы. — М.: Медицина, 2008. — 240 с. [Zhiburt E.B. *Pravila perelivaniya plazmy*. (Rules for plasma transfusion.) Moscow: Meditsina. 2008; 240 p. (In Russ.)]

7. Жибурт Е.Б. Бенчмаркинг заготовки и переливания крови: руководство для врачей. — Химки: Российская академия естественных наук, 2009. — 366 с. [Zhiburt E.B. *Benchmarking zagotovki i perelivaniya krovi: rukovodstvo dlya vrachey*. (Benchmarking of blood preparation and transfusion: handbook for physicians.) Khimki: Russian Academy of Natural Sciences. 2009; 366 p. (In Russ.)]

8. Жибурт Е.Б. Трансфузиологический словарь. — М., РАЕН, 2012. — 319 с. [Zhiburt E.B. *Transfuziologicheskii slovar'*. (Vocabulary of transfusiology.) Moscow: Russian Academy of Natural Sciences. 2009; 366 p. (In Russ.)]

9. Жибурт Е.Б., Мадзаев С.Р. Заготовка и переливание тромбоцитов. — М., РАЕН, 2013. — 376 с. [Zhiburt E.B., Madzaev S.R. *Zagotovka i perelivanie trombocitov*. (Extraction and transfusion of platelets.) Moscow: Russian Academy of Natural Sciences. 2013; 376 p. (In Russ.)]

10. Жибурт Е.Б., Мадзаев С.Р., Шестаков Е.А., Вергопуло А.А. Менеджмент крови пациента. — М.: Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова, 2014. — 64 с. [Zhiburt E.B., Madzaev S.R., Shestakov E.A., Vergopulo A.A. *Menedzhment krovi patients*. (Management of patient's blood.) Moscow: National Medical and Surgical Centre named after N.I. Pirogov. 2014; 64 p. (In Russ.)]

11. Жибурт Е.Б., Шестаков Е.А. Правила и аудит переливания крови. — М., РАЕН, 2010. — 347 с. [Zhiburt E.B., Shestakov E.A. *Pravila i audit perelivaniya krovi*. (Rules and audit for blood transfusion.) Moscow: Russian Academy of Natural Sciences. 2010; 347 p. (In Russ.)]

12. Жибурт Е.Б., Шестаков Е.А., Вергопуло А.А., Кузьмин Н.С. Правила и протоколы переливания крови. — М.: Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова, 2014. — 32 с. [Zhiburt E.B., Shestakov E.A., Vergopulo A.A., Kuz'min N.S. *Pravila i protokoly perelivaniya krovi*. (Rules and protocols for blood transfusion.) Moscow: National Medical and Surgical Centre named after N.I. Pirogov. 2014; 32 p. (In Russ.)]

13. Скорикова С.В., Буркитбаев Ж.К., Жибурт Е.Б. Донорство крови и жизнь. Корреляции // Трансфузиология. — 2013. — Т. 14, №4. — С. 24–28. [Skorikova S.V., Burkitbaev Zh.K., Zhiburt E.B. Blood transfusion and life. Correlations. *Transfuziologiya*. 2013; 14 (4): 24–28. (In Russ.)]

14. Скорикова С.В., Буркитбаев Ж.К., Магзумова Р.З. и др. Эволюция структуры доноров и донаций крови и её компонентов в Республике Казахстан // Вестн. Нац. медико-хир. центра им. Н.И. Пирогова. — 2013. — Т. 8, №4. — С. 59–61. [Skorikova S.V., Burkitbaev Zh.K., Magzumova R.Z. et al. Evolution of donors and donation of blood and blood components in Kazakhstan. *Vestnik Natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo tsentra im. N.I. Pirogova*. 2013; 8 (4): 59–61. (In Russ.)]

15. Скорикова С.В., Буркитбаев Ж.К., Савчук Т.Н., Жибурт Е.Б. Распространённость ВИЧ-, ВГС-, ВГВ-инфекций у доноров крови г. Астаны // Вопр. виру-

сол. — 2015. — Т. 60, №1. — С. 38–40. [Skorikova S.V., Burkitbaev Zh.K., Savchuk T.N., Zhiburt E.B. Prevalence of HIV, Hepatitis C, Hepatitis B infections in blood donors of the city of Astana. *Voprosy virusologii*. 2015; 60 (1): 38–40. (In Russ.)]

16. Стандарты качества в службе крови / Под ред. Е.Б. Жибуорта. — М.: НПЦ «Интелфорум», 2005. — 256 с. [*Standarty kachestva v sluzhbe krovi*. (Quality standards in blood service.) Ed. by E.B. Zhiburt. Moscow: Scientific and production center «Intelforum». 2005; 256 p. (In Russ.)]

17. Фёдоров Н.А., Ёлов А.А., Суханов Ю.С., Жибуорт Е.Б. Генамплификационное (NAT) тестирование крови и других материалов на патогены и мутации. — М.: Полиграфсервис, 2003. — 210 с. [Fedorov N.A., Elov A.A., Sukhanov Yu.S., Zhiburt E.B. *Genamplifikatsionnoe (NAT) testirovanie krovi i drugih materialov na patogeny i mutatsii*. (Gene-amplification NAT-testing of blood and other materials for pathogens and mutations.) Moscow: Poligrafservis. 2003; 210 p. (In Russ.)]

18. Шевченко Ю.Л., Жибуорт Е.Б. Безопасное переливание крови. — СПб.: Питер, 2000. — 320 с. [Shevchenko Yu.L., Zhiburt E.B. *Bezopasnoe perelivanie krovi*. (Safe blood transfusion.) Saint Petersburg: Piter.

2000; 320 p. (In Russ.)]

19. Шевченко Ю.Л., Жибуорт Е.Б., Серебряная Н.Б. Иммунологическая и инфекционная безопасность гемокомпонентной терапии. — СПб.: Наука, 1998. — 232 с. [Shevchenko Yu.L., Zhiburt E.B., Serebryanaya N.B. *Immunologicheskaya i infektsionnaya bezopasnost' gemokomponentnoy terapii*. (Immunologic and infective safety of treatment with blood components.) Saint Petersburg: Nauka. 1998; 232 p. (In Russ.)]

20. Шевченко Ю.Л., Заривчацкий М.Ф., Жибуорт Е.Б. Трансфузионные осложнения и их профилактика / В кн. Шевченко Ю.Л., Шабалин В.Н., Заривчацкий М.Ф., Селиванов Е.А. Руководство по общей и клинической трансфузиологии. — СПб.: Фолиант, 2003. — С. 561–588. [Shevchenko Yu.L., Zarivchatskiy M.F., Zhiburt E.B. *Transfusion complications and their prevention*, in Shevchenko Yu.L., Shabalin V.N., Zarivchatskiy M.F., Selivanov E.A. *Rukovodstvo po obshchey i klinicheskoy transfuziologii*. (Handbook on general and clinical transfusiology.) Saint Petersburg: Foliant. 2003; 561–588. (In Russ.)]

21. Roth W.K., Busch M.P., Schuller A. et al. International survey on NAT testing of blood donations: expanding implementation and yield from 1999 to 2009 // *Vox Sang.* — 2012. — Vol. 102, N 1. — P. 82–90.

УДК 575.113.2: 575.22: 615.38: 616.155.32-089.843 (574)

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АЛЛЕЛЕЙ ГЛАВНОГО КОМПЛЕКСА ГИСТОСОВМЕСТИМОСТИ У ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ДОНОРОВ ГЕМОПОЭТИЧЕСКИХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Жандос Конысович Буркитбаев<sup>1</sup>, Санджар Дулатович Раисов<sup>1\*</sup>,  
Аида Аскарловна Туранбекова<sup>1</sup>, Индира Рамильевна Рамильева<sup>1</sup>,  
Динара Утегеновна Якияева<sup>1</sup>, Дана Кубайдулаевна Баймукашева<sup>1</sup>,  
Сания Алишевна Абдрахманова<sup>1</sup>, Евгений Борисович Жибуорт<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Научно-производственный центр трансфузиологии, г. Астана, Республика Казахстан;

<sup>2</sup>Национальный медико-хирургический центр им. Н.И.Пирогова, г. Москва, Россия

**Реферат**

**DOI: 10.17750/KMJ2015-417**

**Цель.** Провести сравнение распространённости аллельных вариантов антигенов HLA-системы среди потенциальных доноров гемopoэтических клеток в Казахстане и в мире.

**Методы.** Проведены анализ распространённости аллельных вариантов антигенов HLA-системы в образцах крови потенциальных доноров гемopoэтических клеток, входящих в регистр доноров гемopoэтических стволовых клеток Казахстана, и сравнение с базой данных «Allele frequencies in Worldwide populations», разработанной Royal Liverpool University Hospital.

**Результаты.** Наибольшая схожесть казахстанского и мирового регистров выявлена по распределению аллеля А 31:01: в казахстанском регистре — 68 (4,5%), в мировом — 1678 (4,63%); отношение шансов (ОШ) = 0,97 (0,76 до 1,24), F=0,851441,  $\chi^2=0,06$ . Наибольшее различие двух регистров по локусу А выявлено в распределении антигенов А 02:01 ( $\chi^2=24,59$ ), А 02:07 ( $\chi^2=24,42$ ), А 32:01 ( $\chi^2=27,1$ ), А 02:37 ( $\chi^2=23,96$ ), А 11:38 ( $\chi^2=3,96$ ). Наибольшая схожесть двух сравниваемых групп отмечена по распределению аллеля В 14:02: в казахстанском регистре — 31 (2,05%), в мировом — 757 (2,01%) [ОШ=1,02 (0,71 до 1,47), F=0,851990,  $\chi^2=0,01$ ]; В 38:02 ( $\chi^2=0,02$ ), В 44:05 ( $\chi^2=0,03$ ), В 27:07 ( $\chi^2=0,04$ ), В 54:01 ( $\chi^2=0,07$ ). Наибольшее различие двух регистров по локусу В выявлено в распределении аллелей В 13:02 ( $\chi^2=256,9$ ), В 08:01 ( $\chi^2=26,92$ ). Анализ распределения аллелей локуса С показал, что наибольшую статистическую схожесть двух регистров по данному локусу обеспечивают аллели С 07:01 ( $\chi^2=0,07$ ), С 08:02 ( $\chi^2=0,15$ ), С 15:02 ( $\chi^2=0,23$ ), С 12:03 ( $\chi^2=0,76$ ). Наибольшее различие двух регистров по распределению аллелей локуса С обеспечили аллели С 06:02 ( $\chi^2=125,78$ ) и С 03:02 ( $\chi^2=103,64$ ).

**Вывод.** Совпадение распределения аллельных вариантов HLA-антигенов в казахстанском и мировом регистрах по локусам составляет от 41 до 52% (локус А — 50%, В — 52%, С — 48%, DRB1 — 51%, DQB1 — 41%, среднее значение 48,4%, медиана 50%); в казахстанском регистре есть информация об уникальных аллельных вариантах HLA-антигенов, отсутствующих в использованной для анализа базе данных, что свидетельствует о необходимости развития национального регистра и дополнения им «Allele frequencies in Worldwide populations».

**Ключевые слова:** HLA-система, аллель, регистр доноров гемopoэтических стволовых клеток.