

## ВОЗМОЖНОЕ СОКРАЩЕНИЕ СРОКА ГОДНОСТИ ЭРИТРОЦИТОВ И УПРАВЛЕНИЕ ИХ ЗАПАСАМИ В КЛИНИКЕ

УДК: 612.111:615.014.41

Жибурт Е.Б., Шестаков Е.А., Караваев А.В.

Национальный медико-хирургический Центр им Н.И. Пирогова

### Резюме

Подход к управлению запасами эритроцитов, принятый в Пироговском центре, позволяет сократить срок хранения эритроцитов до переливания более чем на 25% по сравнению с клиниками Стэнфордского университета. Оптимизация управления запасами эритроцитов связана с диверсификацией поставщиков и поддержанием запаса эритроцитов в объеме недельной потребности клиники.

Критерием эффективности логистики эритроцитов является корреляция количества доз эритроцитов, переливаемых и поставляемых ежемесячно.

**Ключевые слова:** переливание крови, эритроциты, срок хранения, запасы, логистика.

### Введение

Хранение эритроцитов в течение длительного времени повышает возможности управления запасами эритроцитов [1–3].

В то же время известно, что в процессе хранения в эритроцитах сохраняется замедленный метаболизм, снижающий функциональный потенциал клеток [4].

Большой резонанс получило исследование С.С. Koch et al. (2008), в котором сделано заключение о повышенном риске послеоперационных осложнений и летальности у кардиохирургических пациентов, получавших эритроциты, хранившиеся более двух недель, – по сравнению с аналогичными реципиентами эритроцитов с меньшим сроком хранения [5].

При сроке хранения 42 дня в отделениях интенсивной терапии госпиталей США переливаются эритроциты со средним сроком хранения 21 день [6]. Аналогичные исследования в России не проводились.

Коллеги из Стэнфордского университета проанализировали сокращение запаса эритроцитов по пяти сценариям: при сокращении срока хранения эритроцитов до 7, 14, 21, 28 или 35 дней [7]. Также изучены сроки хранения в центре крови и в клинике эритроцитов различных фенотипов по системам АВО и Резус. Особенности поставки эритроцитов в клинику не изучались.

### Цель исследования

Оценить:

- срок хранения эритроцитов до переливания в Пироговском Центре;
- сокращение доступных для переливания доз эритроцитов при реализации различных сценариев изменения срока годности эритроцитов;
- систему поставки эритроцитов в Пироговский Центр.

## POSSIBLE SHORTAGE OF RED BLOOD CELLS SHELF-LIFE FOR TRANSFUSION AND CLINICAL MANAGEMENT OF RED BLOOD CELLS STORE

Zhiburt E.B., Shestakov E.A., Karavaev A.V.

Period from collection to transfusion of red blood cells in Pirogov Center is more than 25% as compared with clinics of Stanford University. Improvement of red blood cells clinical management is connected with suppliers diversity and holding of one-week store. Correlation of quantities of received and transfused red blood cells is a measure of its logistics efficiency.

**Keywords:** blood transfusion, red blood cells, store, logistics.

### Материалы и методы

Для сравнения с данными М.С. Fontaine et al. (2010) выбран аналогичный период – 2009 год. В 2009 году в Национальном медико-хирургическом Центре имени Н.И. Пирогова перелито 2228 доз эритроцитов (817 доз взвеси, 1405 доз массы, 4 дозы отмытых эритроцитов и 2 дозы криоконсервированных эритроцитов). Отмытые и криоконсервированные эритроциты исключены из дальнейших расчетов, поскольку они произведены и перелиты в течение одного дня.

Результаты исследованы с использованием дескриптивных статистик при уровне значимости 0,05.

### Результаты исследования

В отличие от других развитых стран российские клиники получают не только взвесь эритроцитов, но и эритроцитную массу – устаревший компонент крови с коротким сроком хранения, худшей реологией и качеством эритроцитов [8].

Эти свойства эритроцитной массы побуждают выдавать ее раньше, чем эритроцитную взвесь. В течение 14 дней перелито 64,8% всей эритроцитной массы и 48,2% эритроцитной взвеси ( $\chi^2 = 58,3$ ;  $p < 0,001$ ) (табл. 1).

Табл. 1. Срок хранения эритроцитов до переливания

Срок	Взвесь		Масса		Всего	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
1–7	84	10,3	359	25,6	443	19,9
8–14	310	37,9	551	39,2	861	38,7
15–21	257	31,5	329	23,4	586	26,4
22–28	109	13,3	121	8,6	230	10,4
29–35	43	5,3	45	3,2	88	4,0
36–42	14	1,7			14	0,6
Итого	817	100	1405	100	2222	100

В обеих сравниваемых организациях выдача эритроцитов организована по принципу FIFO (first in – first out) – в первую очередь выдаются ранее полученные эритроциты [9]. Однако в Пироговском Центре произойдет меньшее (по сравнению с клиниками Стэнфорда) сокращение доступных для переливания доз эритроцитов при реализации всех использованных сценариев изменения срока годности эритроцитов (табл. 2).

Сопоставили сроки хранения эритроцитов при получении, при переливании и количество дней хранения эритроцитов разных фенотипов ABO/Rh в отделении переливания крови клиник Стэнфордского университета (табл. 3) и в Пироговском Центре (табл. 4).

Подход к управлению запасами эритроцитов, принятый в Пироговском Центре, позволяет сократить срок хранения эритроцитов до переливания более чем на 25% по сравнению с коллегами из Стэнфордского университета (табл. 5), за исключением одного фенотипа – резусотрицательных эритроцитов группы O. В США эти эритроциты переливают по неотложным показаниям при неизвестном фенотипе реципиента. В Пироговском Центре такие ситуации практически не встречаются.

Стэнфордский университет получает компоненты крови только от одного регионального центра крови. В России отсутствуют как ответственность поставщика за непоставку необходимых трансфузионных сред, так и территориальная система управления запасами компонентов крови [10]. Компоненты крови являются материальными ценностями (товаром) и их передача от одной организации к другой регламентирована базовыми экономическими нормативами [11, 12].

С учетом наличия необходимых (по фенотипу и количеству) эритроцитов у поставщиков мы предпочитаем заключать контракты на поставку эритроцитов с тремя организациями.

Заявка на поставку формируется с учетом данных о потреблении эритроцитов в предыдущие годы, планов текущей работы лечебных отделений и необходимости поддержания запаса в объеме недельного потребления [13, 14] (табл. 6).

Адекватность логистических действий отделения переливания крови подтверждается корреляцией коли-

**Табл. 2.** Сокращение доступных для переливания доз эритроцитов при реализации различных сценариев изменения срока годности эритроцитов

Сценарий	Срок хранения	Стэнфорд		Пироговский центр	
		Доступно	Сокращение, доз (%)	Доступно	Сокращение, доз (%)
1	7	9248	9739 (51)	1379	843 (38) <sup>1</sup>
2	14	15153	3834 (20)	1938	284 (13) <sup>2</sup>
3	21	17192	1795 (10)	2156	66 (3) <sup>3</sup>
4	28	18165	822 (4,3)	2216	6 (0,3) <sup>4</sup>
5	35	18828	159 (0,8)	2221	1 (0) <sup>5</sup>

Обозначения: значимость различий между данными двух клиник –

<sup>1</sup> –  $\chi^2 = 141,9$ ;  $p < 0,001$ . <sup>2</sup> –  $\chi^2 = 69,8$ ;  $p < 0,001$ . <sup>3</sup> –  $\chi^2 = 104,5$ ;  $p < 0,001$ .

<sup>4</sup> –  $\chi^2 = 141,9$ ;  $p < 0,001$ . <sup>5</sup> –  $\chi^2 = 16,7$ ;  $p < 0,001$ .

чества доз эритроцитов, переливаемых и поставляемых (табл. 7) ежемесячно (табл. 8).

В процессе одной поставки одним поставщиком поставляется от одной до 77 доз.

Положительная корреляционная связь между количеством поставок (табл. 9) и количеством доз поставленных эритроцитов выявлена лишь в 2008 ( $r=0,58$ ;  $p=0,047$ ) и 2010 ( $r=0,65$ ;  $p=0,022$ ) годах.

Увеличенные поставки в апреле, августе и декабре (см. рисунок) обусловлены проведением донорских сессий среди сотрудников Пироговского Центра накануне майских

**Табл. 3.** Сроки хранения эритроцитов при получении, при переливании и количество дней хранения эритроцитов разных фенотипов ABO/Rh в отделении переливания крови клиник Стэнфордского университета (дни)

Срок	A+	A–	B+	B–	AB+	AB–	O+	O–	Среднее
При получении	10,5	12,1	14,6	13	20,2	19	8,1	10,3	10,2
При переливании	20,4	27,7	21	25	29,3	32,7	14,9	21,2	18,8
В отделении	9,8	15,6	6,3	12	9	13,8	6,7	10,9	8,6

**Табл. 4.** Сроки хранения эритроцитов при получении, при переливании и количество дней хранения эритроцитов разных фенотипов ABO/Rh в отделении переливания крови Пироговского Центра (дни)

Срок	A+	A–	B+	B–	AB+	AB–	O+	O–	Среднее
При получении	7,7	5	8,8	7,4	7,3	9	7,7	4,3	7,6
При переливании	13,8	14,9	14	12,1	14	13,4	13,9	17,6	14
В отделении	6,1	9,9	5,3	5,1	6,7	4,3	6,3	13,3	6,5

**Табл. 5.** Соотношение средних сроков хранения эритроцитов при получении, при переливании и количества дней хранения эритроцитов в отделении переливания крови Пироговского Центра и Стэнфордского университета (%)

	A+	A–	B+	B–	AB+	AB–	O+	O–	Среднее
При получении	73,3	41,3	60,3	56,9	36,1	47,4	93,8	41,7	75,5
При переливании	67,6	53,8	66,7	48,4	47,8	41,0	93,3	83,0	73,4
В отделении	62,2	63,5	84,1	42,5	74,4	31,2	97,0	122,0	70,9

**Табл. 6.** Ежемесячное переливание эритроцитов в Пироговском Центре (доз)

Месяц	2007	2008	2009	2010
Январь	120	206	150	157
Февраль	151	173	168	154
Март	190	123	189	168
Апрель	159	194	155	196
Май	169	145	154	165
Июнь	127	156	157	191
Июль	189	170	199	183
Август	188	170	179	199
Сентябрь	165	177	217	230
Октябрь	160	180	205	210
Ноябрь	149	171	225	223
Декабрь	175	221	230	155
Итого	1942	2086	2228	2231

Табл. 7. Ежемесячная поставка эритроцитов в Пироговский Центр (доз)

Месяц	2007	2008	2009	2010
Январь	118	203	139	125
Февраль	184	180	174	158
Март	176	118	190	171
Апрель	161	215	182	237
Май	182	140	134	124
Июнь	134	147	153	192
Июль	187	216	206	167
Август	197	179	237	243
Сентябрь	162	188	155	223
Октябрь	168	207	199	203
Ноябрь	155	150	237	234
Декабрь	179	250	249	153
Итого	2003	2193	2255	2238

Табл. 8. Корреляционная связь ежемесячных количеств доз эритроцитов, поставленных и перелитых в Пироговском Центре

Год	r	p
2007	0,88	<0,001
2008	0,89	<0,001
2009	0,68	0,014
2010	0,84	0,001

Табл. 9. Ежемесячные поставки эритроцитов в Пироговском Центре (штук поставок)

Месяц	2007	2008	2009	2010
Январь	31	25	26	17
Февраль	34	35	33	21
Март	29	25	34	26
Апрель	28	37	28	23
Май	29	30	22	15
Июнь	23	26	22	19
Июль	30	32	35	28
Август	31	26	25	33
Сентябрь	31	36	18	23
Октябрь	31	37	30	22
Ноябрь	27	25	22	24
Декабрь	27	33	27	16
Итого	351	367	322	267

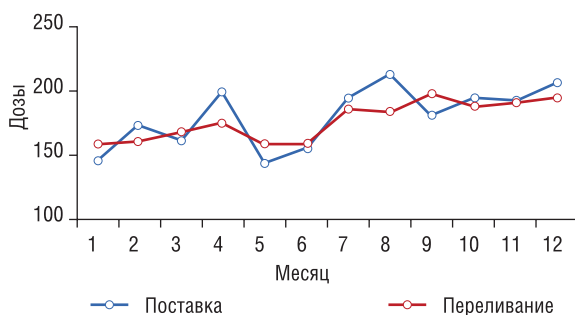


Рис. Ежемесячное количество поставленных и перелитых доз эритроцитов в Пироговском Центре в 2009 году

праздников, начала учебного года и новогодних каникул. Соответственно в январе, мае и сентябре количество перелитых доз превышает количество поставленных.

### Заключение

Подход к управлению запасами эритроцитов, принятый в Пироговском Центре, позволяет сократить срок хранения эритроцитов до переливания более чем на 25% по сравнению с клиниками Стэнфордского университета.

Оптимизация управления запасами эритроцитов связана с диверсификацией поставщиков и поддержанием запаса эритроцитов в объеме недельной потребности клиники.

Критерием эффективности логистики эритроцитов является корреляция количества доз эритроцитов, переливаемых и поставляемых ежемесячно.

### Литература

1. Жибурт Е.Б., Клюева Е.А., Шестаков Е.А. Особенности национального мониторинга эффективности заготовки и переливания крови // Вестник Росздравнадзора. – 2010. – № 5. – С. 61–64.
2. Клюева Е.А., Гриднев В.В., Жибурт Е.Б. Списание эритроцитов с истекшим сроком хранения в клиниках Ивановской области // Трансфузиология. – 2010. – Т. 11, № 1. – С. 29–35.
3. Филина Н.Г., Жибурт Е.Б., Клюева Е.А. и др. Бенчмаркинг списания в клинике эритроцитов с истекшим сроком хранения // Трансфузиология. – 2010. – Т. 11, № 3. – С. 28–36.
4. Zimrin A.B., Hess J.R. Current issues relating to the transfusion of stored red blood cells // Vox Sang. – 2009. – Vol. 96, № 2. – P. 93–103.
5. Koch C.G., Li L., Sessler D.I. et al. Duration of red-cell storage and complications after cardiac surgery // N Engl J Med. – 2008. – Vol. 358. – P. 1229–1239.
6. Corwin H.L., Gettinger A., Pearl R.G. et al. The CRIT study: anemia and blood transfusion in the critically ill – current clinical practice in the United States // Crit Care Med. – 2004. – Vol. 32, № 1. – P. 39–52.
7. Fontaine M.J., Chung Y.T., Erhun F., Goodnough L.T. Age of blood as a limitation for transfusion: potential impact on blood inventory and availability // Transfusion. – 2010. – Vol. 50, № 10. – P. 2233–2239.
8. Жибурт Е.Б., Шестаков Е.А., Василяшко В.В. и др. Эволюция тактики переливания эритроцитов в грудной и сердечно-сосудистой хирургии // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. – 2009. – Т. 4, № 2. – С. 47–49.
9. Zhiburt E., Shestakov E., Gubanova M., Kodenev A. Age of transfused blood: management is more important than physiology // Vox Sanguinis. – 2009. – Vol. 97, Suppl. 1. – P. 172.
10. Жибурт Е.Б., Клюева Е.А., Губанова М.Н. и др. Негосударственные поставки компонентов крови для переливания // Трансфузиология. – 2010. – Т. 11, № 2. – С. 23–27.
11. Бюджетный кодекс Российской Федерации от 31 июля 1998 г. № 145-ФЗ.
12. Федеральный закон от 21 июля 2005 г. № 94-ФЗ «О размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд».
13. Шевченко Ю.Л., Жибурт Е.Б., Шестаков Е.А. Внедрение правил назначения компонентов крови в клиническую практику // Вестник хирургии имени И.И. Грекова. – 2008. – № 4. – С. 85–89.
14. Жибурт Е.Б., Шестаков Е.А., Коденев А.Т., Губанова М.Н. Снижение аллогенных трансфузий в кардиохирургии: перфторан и правила переливания крови // Вестн. службы крови России. – 2009. – № 3. – С. 23–25.

### Контактная информация

Жибурт Евгений Борисович  
Национальный медико-хирургический Центр им. Н.И. Пирогова  
105203, г. Москва, ул. Нижняя Первомайская, 70  
e-mail: ezhiburt@yandex.ru