

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1529>

# Периоперационное применение эритроцитсодержащих компонентов крови у детей первых месяцев жизни

В.М. Межевикина<sup>1,2</sup>, Ю.В. Жиркова<sup>1,2</sup>, В.В. Лазарев<sup>1</sup><sup>1</sup> Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия;<sup>2</sup> Детская городская клиническая больница № 9 им. Г.Н. Сперанского, Москва, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** У детей с хирургическими заболеваниями анемия может диагностироваться до операции, возникнуть во время хирургического лечения, а также развиваться и усугубляться в послеоперационном периоде. Анемия ассоциируется с повышенной заболеваемостью, развитием тяжелых осложнений и даже смертельными исходами после оперативного лечения.

**Цель** — определить частоту и показания для переливания эритроцитсодержащих компонентов в периоперационном периоде у детей первых месяцев жизни.

**Материалы и методы.** В когортное исследование на базе Детской городской клинической больницы № 9 им. Г.Н. Сперанского включено 187 детей. Изучали уровень гемоглобина, гематокрита и эритроцитов, проводили оценку объема интраоперационной кровопотери, фиксировали показатели гемодинамики, наличие геморрагического синдрома, применение адреномиметиков в периоперационном периоде. Фиксировали, на каком из этапов периоперационного (до, интра или после) периода проводили трансфузию эритроцитсодержащих компонентов. Статистический анализ данных проводили с использованием среды для статистических вычислений R 4.3.0.

**Результаты.** Возраст детей на момент операции составил 41 (16,5–63) день [5,9 (2,4–9) нед.]. Из них 64 (34,2 %) ребенка первого месяца жизни, 72 (38,5 %) — второго и 51 (27,3 %) — третьего. Недоношенными были 76 (40,6 %) детей. У 102 (54,5 %) детей операции носили экстренный и срочный характер, а у 85 (45,5 %) — плановый. Уровень гемоглобина, гематокрита и эритроцитов, при котором переливали эритроцитсодержащие компоненты, составил соответственно 82 (77–90) г/л, 25 (22–28) % и  $2,8 (2,3–3,0) \times 10^{12}/л$ . Объем эритроцитсодержащих компонентов составил 54,0 (32,9–74,4) мл (10–30 мл на килограмм массы тела ребенка). Потребность и длительность искусственной вентиляции легких в послеоперационном периоде составили соответственно 31 (72,1 %) случай и 48,5 (22,5–190) ч, в отличие от детей, которым не проводилось переливание эритроцитсодержащих компонентов — 57 (39,6 %) случаев и 40 (22–96) ч. Показанием для проведения трансфузии служила анемия разной степени, однако следует отметить, что 74,4 % детей одновременно с трансфузией для стабилизации гемодинамики получали адреномиметики: монотерапия допамином — у 23 (74,2 %) пациентов, сочетания препаратов допамин и норадреналин — у 8 (25,8 %); дозировки препаратов 10 (8–12) мкг/(кг × мин) и 0,2 (0,15–0,4) мкг/(кг × мин) соответственно.

**Заключение.** Частота использования эритроцитсодержащих компонентов составила 23 %. Пороговые значения для переливания эритроцитсодержащих компонентов: гемоглобин 82 (77–90) г/л, гематокрит 25 (22–28) %, эритроциты  $2,8 (2,3–3,0) \times 10^{12}/л$ .

**Ключевые слова:** младенец; кровотечение; эритроцитсодержащих компоненты крови; периоперационный период.

## Как цитировать

Межевикина В.М., Жиркова Ю.В., Лазарев В.В. Периоперационное применение эритроцитсодержащих компонентов крови у детей первых месяцев жизни // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2024. Т. 14, № 2. С. 195–205. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1529>

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1529>

# Perioperative use of erythrocyte-containing blood components in children during the first months of life

Valentina M. Mezhevikina<sup>1,2</sup>, Yulia V. Zhirkova<sup>1,2</sup>, Vladimir V. Lazarev<sup>1</sup><sup>1</sup> Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia;<sup>2</sup> Speransky Children's Hospital No. 9, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Anemia can be diagnosed before surgery, occur during surgical treatment, and develop and worsen in the postoperative period in children with surgical diseases. Anemia is associated with increased morbidity, severe complications, and even death after surgical treatment.

**AIM:** This study aimed to determine the frequency and indications for transfusion of red blood cell-containing components in the perioperative period in children in the first months of life.

**MATERIALS AND METHODS:** This cohort study included 187 children from the G.N. Speransky Children's Hospital No. 9. The hemoglobin, hematocrit, and red blood cell levels were studied as well as the volume of intraoperative blood loss, hemodynamic parameters, the presence of hemorrhagic syndrome, and the use of adrenomimetics in the perioperative period. The stage of the perioperative (pre, intra, or post) period at which the transfusion of erythrocyte-containing components was conducted was recorded. Statistical data analysis was performed using the statistical computing environment R 4.3.0.

**RESULTS:** The average age of the children at the time of surgery was 41 (16.5–63) days [5.9 (2.4–9) weeks]. Sixty-four (34.2%) children were in their first month of life, 72 (38.5%) in their second month, and 51 (27.3%) in their third month, and 76 (40.6%) children were premature. The surgeries were emergent and urgent in 102 (54.5%) children and planned in 85 (45.5%). The hemoglobin, hematocrit, and erythrocyte levels at which erythrocyte-containing components were transfused were 82 (77–90) g/L, 25% (22%–28%), and  $2.8 (2.3–3.0) \times 10^{12}/L$ , respectively. The volume of erythrocyte-containing components was 54.0 (32.9–74.4) ml (10–30 ml/kg/child's body weight). The need for and duration of artificial pulmonary ventilation in the postoperative period were 31 (72.1%) cases and 48.5 (22.5–190) hours, respectively, in contrast to children who did not receive transfusions of red blood cell-containing components—57 (39.6%) cases and 40 (22–96) hours. The indication for transfusion was anemia of varying degrees; however, 74.4% of children received adrenergic agonists simultaneously with transfusion to stabilize hemodynamics: dopamine monotherapy in 23 (74.2%) and combinations of dopamine and norepinephrine in 8 (25.8%) at 10 (8–12) mcg/kg/min and 0.2 (0.15–0.4) mcg/kg/min, respectively.

**CONCLUSION:** The frequency of use of red blood cell-containing components was 23%. Threshold values for transfusion of erythrocyte-containing components Hb, Ht, and erythrocytes were 82 (77–90) g/L, 25% (22%–28%), and  $2.8 (2.3–3.0) \times 10^{12}/L$ , respectively.

**Keywords:** baby; bleeding; erythrocyte-containing blood components; perioperative period.

## To cite this article

Mezhevikina VM, Zhirkova YuV, Lazarev VV. Perioperative use of erythrocyte-containing blood components in children during the first months of life. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2024;14(2):195–205. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1529>

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1529>

# 含红细胞血液成分在出生后最初几个月的儿童围手术期的应用

Valentina M. Mezhevikina<sup>1,2</sup>, Yulia V. Zhirkova<sup>1,2</sup>, Vladimir V. Lazarev<sup>1</sup><sup>1</sup> Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia;<sup>2</sup> Speransky Children's Hospital No. 9, Moscow, Russia

## 摘要

**现实意义。**对于患有外科疾病的儿童，贫血可以在术前被诊断出来，也可能在手术治疗过程中发生，还可能在术后发展和恶化。贫血与手术治疗后发病率增加、严重并发症甚至死亡有关。 目的旨在确定出生后最初几个月的儿童在围手术期输注含红细胞成分的频率和适应症。

**材料与方**法。一项基于Speransky Children's City Clinical Hospital No. 9的队列研究，包括187名儿童。研究了血红蛋白、血细胞比容和红细胞水平，评估了术中失血量，记录了血液动力学指标、出血性综合征以及围手术期使用肾上腺激素的情况。我们记录了在围手术期的哪个阶段（术前、术中或术后）进行了含红细胞成分的输血。我们使用R 4.3.0统计计算环境对数据进行了统计分析。

**结果。**手术时患儿的年龄为41 (16.5–63) 天[5.9 (2.4–9) 周]。其中，64名儿童 (34.2%) 出生一个月，72名儿童 (38.5%) 出生两个月，51名儿童 (27.3%) 出生三个月。早产儿有76人 (40.6%)。102名儿童 (54.5%) 接受了紧急手术，85名儿童 (45.5%) 接受了计划手术。输注含红细胞成分的血红蛋白、血细胞比容和红细胞水平分别为82(77–90)克/升、25(22–28)%和 $2.8(2.3–3.0) \times 10^{12}$ /升。含红细胞成分的体积为54.0 (32.9–74.4) 毫升 (每公斤体重10–30毫升)。术后需要人工通气的病例为31例 (72.1%)，人工通气时间为48.5小时 (22.5–190)，而没有输注含红细胞成分的病例为57例 (39.6%)，人工通气时间为40小时 (22–96)。输血指征为不同程度的贫血。然而，值得注意的是，74.4%的患儿在输血的同时接受了拟肾上腺素治疗，以稳定血流动力学：23名 (74.2%) 患儿接受了多巴胺单药治疗，8名 (25.8%) 患儿接受了多巴胺和去甲肾上腺素联合治疗。药物剂量分别为10(8–12)毫克/千克 × 分钟和0.2(0.15–0.4)毫克/(千克 × 分钟)。

**结论。**使用含红细胞成分的频率为23%。输注含红细胞成分的阈值：血红蛋白82(77–90)克/升，血细胞比容 25 (22–28)%，红细胞  $2.8 (2.3–3.0) \times 10^{12}$ /升。

**关键词：**婴儿；出血；含红细胞血液成分；围手术期。

## 引用本文

Mezhevikina VM, Zhirkova YuV, Lazarev VV. 含红细胞血液成分在出生后最初几个月的儿童围手术期的应用. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2024;14(2):195–205. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1529>

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Клинически значимая анемия в периоперационном периоде становится частой проблемой у 25–75 % пациентов всех возрастных групп [1].

У детей с хирургическими заболеваниями анемия может диагностироваться до операции, возникнуть во время хирургического лечения, также гемоглобин может снижаться и в послеоперационном периоде. Часть пациентов выписывают домой с анемией, которая может сохраняться длительное время. Этиологические факторы возникновения периоперационной анемии у новорожденных и детей первых месяцев жизни разнообразны: терапевтические заболевания (гемолитические), хирургические заболевания (объемные образования, некротизирующий энтероколит, пороки развития мочевыделительной системы и т. д.), недоношенность и в результате кровопотери. Кровопотеря, как правило, носит смешанный характер: забор крови для исследований, непосредственно интраоперационная кровопотеря, потеря по дренажам и/или геморрагические осложнения (желудочно-кишечное, легочное кровотечение и т. д.).

Анемия, особенно длительная, у детей первых месяцев жизни является фактором, способствующим нарушению развития центральной системы, задержке прибавки массы тела, возникновению апноэ [2].

Было показано, что предоперационная анемия у детей ассоциируется с повышенной заболеваемостью и смертностью [3].

Многие годы во всем мире переливание эритроцитсодержащих компонентов (ЭСК) считалось быстрым, эффективным и доступным методом лечения анемии в периоперационном периоде вне зависимости от возраста пациентов [4]. Однако трансфузия эритроцитов несет потенциально неблагоприятные последствия, связанные с инфекционными и неинфекционными осложнениями [5]. У недоношенных детей переливание ЭСК также повышает риск развития внутримозговых кровоизлияний, некротизирующего энтероколита и ретинопатии [6].

Показано, что переливание препаратов крови в периоперационном периоде ассоциируется с повышенными рисками смертности в послеоперационном периоде у новорожденных и детей раннего возраста [7, 8].

В связи с этим гемотрансфузия не может рассматриваться как рутинный метод лечения анемии, а только как вынужденная мера в критической ситуации [4]. Поэтому для анестезиолога-реаниматолога важны четкие критерии, когда необходимо начинать гемотрансфузию, особенно это важно для интраоперационного периода, когда острое хирургическое кровотечение может быстро привести к тяжелой анемии с гемодинамической нестабильностью и потребностью к немедленной гемотрансфузии.

В настоящее время нет единого международного консенсуса в отношении порога гемоглобина (Hb) / гематокрита (Ht) для проведения трансфузии ЭСК у новорожденных и детей первых месяцев жизни в периоперационном периоде [7, 9–12].

Мы проанализировали свой опыт проведения гемотрансфузий в периоперационном периоде у детей первых месяцев жизни.

*Цель* — определить частоту и показания для переливания ЭСК в периоперационном периоде у детей первых месяцев жизни, которые используют анестезиологическую реаниматологию на практике в одном педиатрическом стационаре.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено наблюдательное одноцентровое когортное проспективное исследование (выписка из протокола № 208 заседания лечебно-экспертной комиссии РНИМУ им. Н.И. Пирогова от 17 мая 2021 г.) на базе клиники Детской городской клинической больницы № 9 им. Г.Н. Сперанского в 2021–2023 гг. В исследование включено 187 детей, которые потребовали хирургического лечения в течении первых месяцев жизни (0–90-е сутки жизни), с различными хирургическими заболеваниями.

Критерии включения: возраст 0–3 мес.; период наблюдения с 2021 по 2023 г.; наличие различной хирургической патологии.

Критерии не включения: дети более 90 суток жизни. Возраст детей на момент операции составил 41 (16,5–63) день [5,9 (2,3–9,2) нед.], из них 64 (34,2 %) ребенка первого месяца жизни, 72 (38,5 %) — второго и 51 (27,3 %) — третьего. Необходимо отметить, что 76 (40,6 %) детей были недоношенными. Масса тела при рождении была равна 3040 (1495–3520) г, а на момент операции составила 3450 (2600–4300) г. Хирургическая патология, по поводу которой оперированы дети, представлена в табл. 1.

До оперативного вмешательства тяжесть состояния у 10 (5,3 %) детей расценивалась как очень тяжелая, у 121 (64,7 %) — как тяжелая, у 56 (29,9 %) — средней степени тяжести. В анамнезе 118 (63,1 %) детей имели сопутствующие заболевания: 19 (10,2 %) — врожденный порок сердца (ВПС), 74 (39,6 %) — перинатальные поражения центральной нервной системы (ЦНС), 94 (50,3 %) — инфекционные заболевания, 7 (3,7 %) — генетические заболевания, 26 (13,9 %) — гидроцефалию, 71 (38 %) — анемию. У 102 (54,5 %) детей операции носили экстренный и срочный характер, у 85 (45,5 %) — плановый. Видеоскопические вмешательства провели 51 (27,3 %) ребенку. Хирургические операции проводили под комбинированным эндотрахеальным наркозом с мониторингом жизненно важных функций.

Таблица 1. Распределение пациентов по видам хирургической патологии

Table 1. Patient distribution by type of surgical pathology

Виды хирургической патологии	Число пациентов	
	<i>n</i>	%
Кишечная непроходимость	51	23,7
Пороки развития мочевыделительной системы	30	16
Пороки развития челюстно-лицевой области	29	15,5
Пороки органов грудной полости	17	9,1
Объемные образования различной локализации	18	9,6
Ретинопатия недоношенных	15	8,0
Гидроцефалия	14	7,5
Наличие кишечной стомы	10	5,3
Перитонит	3	1,6
Всего	187	100

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Фиксировали данные о проведении переливания ЭСК в периоперационном периоде (объем трансфузии ЭСК в мл/кг и период, в котором она была проведена). В ходе исследования изучали уровень и динамику показателей клинического анализа крови: Hb, Ht, количество эритроцитов с помощью гематологического анализатора ABL 800 Flex (Radiometer, Дания). Проводили фиксацию лабораторных данных за сутки до, во время и в течении суток после операции. Оценивали уровень Hb и Ht, значения которых являлись триггерным фактором для проведения гемотрансфузии. Проводили оценку параметров гемодинамики при помощи универсального модульного монитора Drager Infinity Delta (США). Осуществляли неинвазивное измерение артериального давления, определение частоты сердечных сокращений. Фиксировали инфузию адреномиметиков в интраоперационном периоде. Проводили оценку интраоперационной кровопотери гравиметрическим методом (по разности массы пропитанных кровью и сухих салфеток, тампонов, шариков, простыней, халатов). Полученную величину увеличивали

на 50 % и суммировали с объемом крови, который находится в банке электроаспиратора. Методика имеет величину погрешности 10–12 %. Данные о кровопотере выражали в процентах от значения объема циркулирующей крови для каждого ребенка (использовали среднее табличное значение в зависимости от возраста и массы тела). Проводили анализ медицинской документации, историй болезни.

Фиксировали длительность нахождения на искусственной вентиляции легких (ИВЛ), длительность нахождения в отделении реанимации. Для проведения ИВЛ использовали наркозный дыхательный аппарат Drager zeuz infinity Empowered (Германия). Анестезиологическое обеспечение: комбинированная эндотрахеальная анестезия (севофлуран, фентанил, миорелаксант). У 22 (11,8 %) детей дополнительно проводили регионарную анестезию с введением ропивакаина в дозировке 2 мг/кг.

Статистический анализ и визуализацию полученных данных проводили с использованием среды

Таблица 2. Частота гемотрансфузии в соответствии с периоперационным периодом

Table 2. Hemotransfusion frequency in the perioperative period

Период гемотрансфузии	Количество гемотрансфузий	
	<i>n</i>	%
Только перед операцией	10	23,3
Только в интраоперационном периоде	3	7
Только в ближайший послеоперационный период (24 ч)	22	51,2
В 2 или 3 периода	8	18,5
Общее количество случаев соответствия периодам гемотрансфузии	43	100

для статистических вычислений R 4.3.0 (R Foundation for Statistical Computing, Австрия). Для проверки количественных данных на нормальное распределение использовали критерий Колмогорова – Смирнова с коррекцией значимости Лильефорса. Данные обрабатывали общепринятыми методами вариационной статистики и выражали в виде медианы (*Me*) с интерквартильным размахом [ $Q_1$ – $Q_3$ ]. Для определения различий использовали критерий Уилкоксона, применяемый для зависимых выборок и критерий Манна – Уитни для независимых выборок. Для сравнения групп в отношении бинарных показателей использовали точный тест Фишера и Пирсона  $\chi^2$ . Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате проведенного исследования выявлено, что переливание ЭСК крови в периоперационном периоде потребовалось 43 (23 %) детям первых месяцев жизни, всего было проведено 54 трансфузии: 17 — в предоперационном периоде, 8 — во время операции, 29 — в послеоперационном периоде.

Однократно только в предоперационном периоде переливание ЭСК было проведено у 10 (5,3 %) детей, только в интраоперационном периоде у 3 (1,6 %) и только в послеоперационном периоде у 22 (51,2 %); 8 (4,3 %) пациентам трансфузию проводили повторно (табл. 2): дважды

у 5 (2,7 %) и трижды у 3 (1,6 %) детей. Одному (0,5 %) ребенку — в пред- и интраоперационном периодах, 1 (0,5 %) — в интра- и послеоперационном, 3 (1,1 %) — в пред- и послеоперационном периодах (табл. 3).

Так, 8 (18,6 %) пациентам, которые получали гемотрансфузию на нескольких этапах периоперационного периода в анамнезе, проводили повторные трансфузии ЭСК — 8 (100 %) случаев, применяли интраоперационно одновременно несколько адреномиметиков в 4 (50 %) случаях. У них наблюдалась определенная тенденция к большей частоте наличия геморрагических осложнений. Прогноз летального исхода был выше — умерло 3 (37,5 %) ребенка (табл. 4).

Большую часть пациентов, которым переливали ЭСК крови в периоперационном периоде, составили дети с экстренными и повторными хирургическими вмешательствами, находящиеся на ИВЛ и в более тяжелом состоянии до операции, недоношенные дети, а также имеющие геморрагический синдром в анамнезе и в ближайшем периоперационном периоде (табл. 5). Все летальные исходы были у детей, которым проводили трансфузию. Следует отметить, что примерно одинаковое количество детей первого, второго и третьего месяца жизни потребовали трансфузию ЭСК.

Медианный возраст детей, которым проводили трансфузию эритроцитарной массы, составил 49 [23–75,5] сут, возраст детей, которым не проводили, — 39,5 [16–60] сут

Табл. 3. Количество трансфузий эритроцитсодержащих компонентов крови для каждого периоперационного периода

Table 3. Number of transfusions of red blood cell-containing components for each perioperative period

За 24 ч до операции	Интраоперационно	В течение 24 ч после операции	Абсолютное количество (%)*
+	–	–	17 (31,5)
–	–	+	29 (53,7)
–	+	–	8 (14,8)
Всего			54 (100)

\*От общего количества гемотрансфузий.

\*Total number of transfusions.

Таблица 4. Характеристика пациентов в соответствии с кратностью гемотрансфузии

Table 4. Patient characteristics according to hemotransfusion multiplicity

Связь с фактором	Кратность трансфузии эритроцитсодержащих компонентов*				<i>p</i>
	однократно ( <i>n</i> = 35)		повторно ( <i>n</i> = 8)		
	абс.	%	абс.	%	
Желудочно-кишечное кровотечение в анамнезе	12	34,3	4	50	0,53
Применение одновременно нескольких адреномиметиков интраоперационно	4	11,4	4	50	0,028
Летальный исход	1	2,9	3	37,5	0,016
Повторные трансфузии эритроцитсодержащих компонентов в анамнезе	17	48,6	8	100	0,013

\*От общего количества, кому проводили однократные или повторные трансфузии.

\*Total number of who underwent single or repeated transfusions.

**Таблица 5.** Характеристика пациентов и состояния, при которых проводили гемотрансфузии в периоперационном периоде ( $n = 43$ )**Table 5.** Patient characteristics and conditions wherein hemotransfusion was performed in the perioperative period ( $n = 43$ )

Показатель	Гемотрансфузия*		Без гемотрансфузии*		p
	абс.	%	абс.	%	
Пол					
– девочки	15	34,9	39	27,1	0,322
– мальчики	28	65,1	105	72,9	
Экстренные операции	28	65,1	74	51,4	0,113
Искусственная вентиляция легких до операции	16	37,2	18	12,5	<0,001
Тяжелое и крайне-тяжелое состояние до операции	39	90,7	92	63,9	<0,001
Повторные операции	21	48,8	37	25,7	0,004
Недоношенные	33	76,7	43	29,9	<0,001
Возраст					
– 0–28 сут	11	25,6	53	36,8	0,116
– 29–60 сут	15	34,9	57	39,6	
– 61–90 сут	17	39,5	34	23,6	
Масса менее 1 кг (при рождении)	10	23,3	14	9,7	0,02
Гестационный возраст менее 28 нед. (срок гестации)	8	18,6	14	10,4	0,113
Летальный исход	4	9,3	0	0	0,003
Геморрагический синдром в анамнезе	16	37,2	11	7,6	<0,001
Геморрагический синдром в периоперационном периоде	11	25,6	8	5,6	<0,001

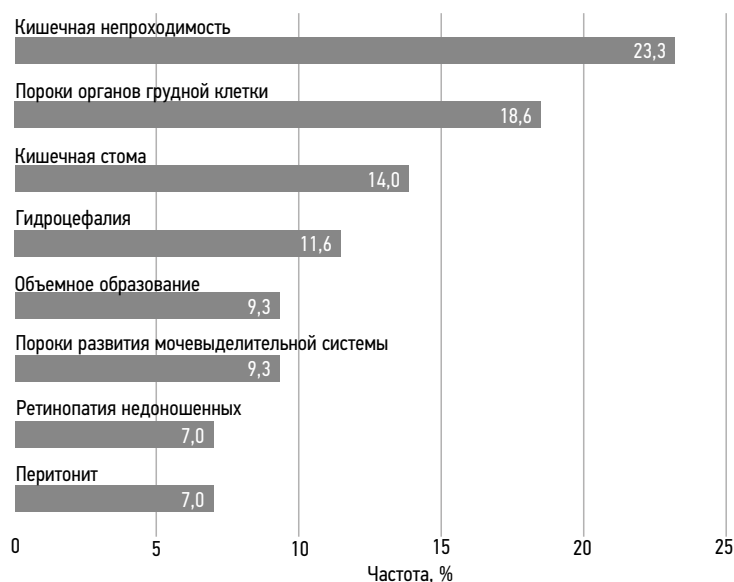
\*От общего количество, кому проводили гемотрансфузию.

\*Total number who received transfusion.

( $p = 0,054$ ). Необходимо также отметить хирургические заболевания, при которых проводилась гемотрансфузия. Среди них объемное образование любой локализации было у 4 детей, пороки развития мочевыделительной системы — 4, кишечная непроходимость — 10, перитонит — 3, пороки органов грудной полости — 8,

гидроцефалия — 5, наличие кишечной стомы — 6, ретинопатия недоношенных — 3 (см. рисунок).

Уровень Hb, Ht и эритроцитов, при котором начинали трансфузию ЭСК крови, составили соответственно 82 [77–90] г/л, 25 [22–28] % и 2,8 [2,3–3,0]  $\times 10^{12}/л$ . После проведения трансфузии уровень Hb, Ht

**Рисунок.** Распределение детей по характеру хирургической патологии, которым проводили периоперационное переливание эритроцитосодержащих компонентов**Figure.** Distribution by the nature of surgical pathology of children who underwent perioperative transfusion of red blood cell-containing components

и эритроцитов соответственно составил 120 [108–131] г/л, 34,8 [32,9–37,6] % и  $3,9 [3,4–4,2] \times 10^{12}/л$ . Медианное увеличение концентрации Hb составило 37,1 [21,5–50] г/л ( $p = 0,002$ ), Ht 13 [9,8–14,0] % ( $p = 0,001$ ) и эритроцитов  $1,1 [0,8–1,5] \times 10^{12}/л$  ( $p = 0,001$ ) соответственно. Объем переливаемой ЭС среды составил 54 [32,9–74,4] мл (10–30 мл на килограмм массы тела ребенка).

Уровень Hb, Ht и эритроцитов у детей, которым не проводили трансфузию ЭСК до операции, составил 124,5 [106,3–150,5] г/л, 37,6 [32,2–43,8] % и  $3,9 [3,5–4,6] \times 10^{12}/л$  соответственно. После операции уровень Hb, Ht и эритроцитов среди пациентов, которым не проводилось переливание ЭСК, составил 107 [93–127,5] г/л, 31 [27,1–37,3] % и  $3,3 [2,9–3,9] \times 10^{12}/л$  соответственно. Медианное снижение концентрации Hb 15,5 [6,5–27,0] г/л ( $p = 0,22$ ), Ht 6,15 [2,35–10,15] % ( $p = 0,200$ ), эритроцитов 0,57 [0,215–0,91]  $\times 10^{12}/л$  ( $p = 0,200$ ).

При сравнении показателей с детьми, которым не проводили трансфузию ЭСК, выявлено, что кровопотеря составила 10 [5,5–15] мл среди детей, которым проводили переливание ЭСК крови, и 7 [4–10] мл ( $p = 0,004$ ) среди детей, которым переливание не проводили. Ни у одного ребенка во время операции не была зарегистрирована кровопотеря, соответствующая критериям «массивная кровопотеря». Потребность и длительность ИВЛ в послеоперационном периоде составили соответственно 31 (72,1 %) случай и 45,8 [22,5–190] ч в отличие от детей, которым не проводилось переливание ЭСК крови — 57 (39,6 %) случаев и 40 [22–96] ч ( $p < 0,001$  и  $p = 0,327$  соответственно). Отличалась также и длительность пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии новорожденных (ОРИТН) — 168 [86–468] ч и 48 [24–147,5] ч соответственно ( $p < 0,001$ ).

Нежелательные явления отсутствовали.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Существует недостаток данных, касающийся изучения периоперационного переливания ЭСК у детей первых месяцев жизни. Есть потребность в разработке научно обоснованных рекомендаций по триггерным показателям для использования ЭСК, особенно в интраоперационном периоде, и также анализа существующей практики в нашей стране.

Правила по переливанию компонентов крови, в том числе и ЭСК, имеются во многих странах, в отдельных регионах, также крупные клиники имеют внутренние протоколы, в которых определены критерии для трансфузии эритроцитов. Однако рекомендации, разработанные для периоперационного периода, в большей части основаны на стандартной тактике интенсивной терапии у детей разных возрастов, так как данных использовать иные критерии в периоперационном периоде в настоящее время нет [3, 13, 14].

Недавно опубликованы данные проспективного когортного многоцентрового исследования NECTARINE

по анестезиологической практике в Европе среди новорожденных и младенцев до 60-й недели гестации, в котором приняли участие 165 центров и 5609 пациентов. По данным этого исследования частота использования ЭСК в периоперационном периоде составила 6,9 % [7].

В исследовании 30 874 у детей в возрасте от 0 до 15 лет сообщается, что 13,2 % пациентов нуждаются в переливании компонентов крови в периоперационном периоде [15].

В нашем исследовании частота использования ЭСК составила 23 %, что существенно выше, чем в исследовании NECTARINE. Это различие можно объяснить тем, что дизайн исследования NECTARINE касался всех детей данного возраста, которым потребовалось проведение анестезии, включая диагностические процедуры и манипуляции (например, магнитно-резонансная томография, эндоскопия). В наше исследование включены только пациенты, которым проводили хирургические операции, что объясняет большую частоту гемотрансфузий. Показаниями для переливания ЭСК в исследовании NECTARINE (447 переливаний у 406 пациентов) в 218 случаях была интраоперационная анемия, в 113 — сердечно-сосудистая нестабильность, в 116 — сочетание интраоперационной анемии и сердечно-сосудистой нестабильности. В нашем исследовании показаниями для проведения трансфузии служила анемия разной степени, однако следует отметить, что 74,4 % детей одновременно с трансфузией ЭСК получали адrenomиметики для стабилизации гемодинамики. По нашим данным, трансфузия потребовалась недоношенным детям (76,7 %) в тяжелом и крайне тяжелом состоянии (30,7 %) до операции, которым проводили экстренные (65 %) или повторные операции (48,8 %), преимущественно абдоминальные хирургические вмешательства (46,5 %) и реже др. [торакальные (20,9 %), нейрохирургические (14 %), пороки мочевыделительной системы (9,3 %), офтальмологические (7 %), челюстно-лицевые (2,3 %)]. По данным литературы, также немалую группу пациентов, которым требуется переливание ЭСК, составляют дети, подвергающиеся кардиохирургическим вмешательствам, в нашем исследовании таких пациентов не было [3, 7].

У обследованных нами детей пороговые значения для переливания ЭСК составили: Hb 82 [77–90] г/л, Ht 25 [23,6–27,2] %, эритроциты  $2,8 [2,3–3] \times 10^{12}/л$ . Исследование NECTARINE выявило большую вариабельность показаний и триггерных уровней Hb для переливания крови. Было также выявлено, что пороги для переливания ЭСК были ниже, чем рекомендуется в текущих рекомендациях по проведению гемотрансфузий [7].

У пациентов, подвергшихся периоперационному переливанию эритроцитов, в исследовании NECTARINE было почти в четыре раза выше частота осложнений и в пять раз выше смертность по сравнению с пациентами, которые не подвергались воздействию донорских эритроцитов. Высокий процент осложнений и летальности связан



в первую очередь с тем, что группа пациентов, потребовавших гемотрансфузии, изначально была тяжелее по своему клиническому состоянию. По нашим данным, пациенты, которые потребовали гемотрансфузию, существенно дольше находились в ОРИТН. Те дети, которым потребовались повторные переливания ЭСК, ассоциировались с большей летальностью [7].

В настоящее время нет международного консенсуса относительно периоперационных значений для трансфузии эритроцитов детям первых месяцев жизни. Существующие рекомендации по переливанию компонентов крови рекомендуют пороги для гемотрансфузии, ориентируясь на возраст пациентов, и реже — на характер заболевания (потребность в ИВЛ, в дотации дополнительного кислорода; наличие врожденного порока сердца). Наиболее детально разработаны рекомендации для новорожденных: для старта гемотрансфузии в возрасте первой недели жизни уровень Hb 100–130 г/л, на 2-й неделе — 95–125 г/л, на 3-й неделе — 85–110 г/л [14, 16]. Следует отметить, что существует низкая осведомленность врачей (16 % анестезиологов по данным опроса) о текущих рекомендациях по переливанию компонентов крови у детей [17].

Уровень Hb является общепринятым критерием диагностики анемии и триггерным фактором для проведения гемотрансфузии. Однако в рекомендациях нередко упоминается о необходимости комплексной оценки пациента и клинической картины для определения оптимального времени для проведения трансфузии. Помимо Hb во время операции необходимо использовать ряд других лабораторных показателей [(лактат, ВЕ, индекс доставки кислорода ( $DO_2$ ), индекс потребления кислорода ( $VO_2$ )], которые помогут объективно оценить состояние пациента и определиться со срочностью переливания компонентов крови. Сердечно-сосудистая нестабильность может рассматриваться также как триггерный фактор для необходимости экстренной гемотрансфузии [7, 18].

Оценка степени нарушения перфузии внутренних органов в режиме реального времени (мозг, кишечник) с помощью мониторинга ближней инфракрасной спектроскопии (NIRS) рассматривается как перспективный метод для решения вопроса об экстренной гемотрансфузии при выявлении серьезных нарушений оксигенации тканей [19]. При отсутствии нарушения оксигенации тканей у гемодинамически стабильных детей вряд ли требуется экстренное переливание, даже при наличии пороговых значений уровня Hb, которые рекомендованы для переливания.

Таким образом, решение о переливании ЭСК у детей раннего возраста в периоперационном периоде должно быть очень взвешенным, с анализом рисков и пользы от проведенной трансфузии. Дети, которым проводили трансфузию ЭСК в периоперационном периоде, испытывали более длительную потребность в нахождении в ОРИТН в послеоперационном периоде.

Для принятия решения о проведении гемотрансфузии необходим индивидуальный подход для каждого пациента с учетом всех имеющихся данных. Польза от гемотрансфузии должна превалировать над рисками от нее. В современной науке и практике изучаются и внедряются новые методы коррекции анемии у маленьких детей. Данный процесс требует времени. Очевидно, что развитие поднятой в статье темы будет предметом последующих исследований.

## ВЫВОДЫ

1. Трансфузии ЭСК в периоперационном периоде потребовали 43 (23 %) пациента первых месяцев жизни с хирургическими заболеваниями.
2. Пороговые значения для переливания ЭСК составили Hb 82 (77–90) г/л, Ht 25 (22–28) %, эритроциты  $2,8 (2,3–3) \times 10^{12}/л$ .
3. Среди пациентов, которые потребовали переливания ЭСК в периоперационном периоде, составили 33 (76,7 %) недоношенных ребенка, 21 (48,8 %) — с повторными хирургическими вмешательствами, 16 (37,2 %) — находящиеся на ИВЛ, 11 (25,6 %) — имеющие геморрагические осложнения в периоперационном периоде и в анамнезе — 16 (37,2 %). Получившие трансфузию дети находились в тяжелом и крайне тяжелом состоянии до операции — 39 (90,7 %), а в состоянии средней тяжести — 4 (9,3 %).

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией. Личный вклад авторов: В.М. Межевникова — предоперационная подготовка пациентов, анестезиологическое обеспечение пациентам, наблюдение пациентов в послеоперационном периоде, сбор и анализ результатов обследования пациентов, сбор и анализ литературных источников, написание текста и редактирование статьи; Ю.В. Жиркова — предоперационная подготовка пациентов, наблюдение пациентов в послеоперационном периоде, обзор литературы, рецензирование статьи, курация; В.В. Лазарев — курация, редактирование статьи, сбор и анализ литературных источников.

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Authors' contribution.** All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. Personal contribution of each author: V.M. Mezhevnika — conducting preoperative

preparation of patients, providing anesthesiological support to patients, monitoring patients in the postoperative period, collecting and analyzing the results of examination of patients, collecting and analyzing literary sources, writing the text and editing the article; Yu.V. Zhirkova — conducting preoperative preparation of patients, monitoring patients in the postoperative period, literature review,

reviewing the article; V.V. Lazarev — curation, editing of the article, collection and analysis of literary sources.

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Competing interests.** The authors declare no conflicts of interest.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Shander A., Lobel G.P., Javidroozi M. Anesthesia for patients with anemia // *Anesthesiol Clin*. 2016. Vol. 34, N. 4. P. 711–730. doi: 10.1016/j.anclin.2016.06.007
- Colombatti R., Sainati L., Trevisanuto D. Anemia and transfusion in the neonate // *Semin Fetal Neonatal Med*. 2016. Vol. 21, N. 1. P. 2–9. doi: 10.1016/j.siny.2015.12.001
- Goobie S.M., Faraoni D., Zurakowski D., DiNardo J.A. Association of preoperative anemia with postoperative mortality in neonates // *JAMA Pediatr*. 2016. Vol. 170, N. 9. P. 855–862. doi: 10.1001/jamapediatrics.2016.1032
- Ховасова Н.О., Наумов А.В., Ткачева О.Н. Анемия в периоперационном периоде // *Медицинский совет*. 2021. № 12. С. 398–404. doi: 10.21518/2079-701X-2021-12-398-404 EDN: EFBXRD
- Ree I.M.C., Lopriore E. Updates in neonatal hematology: causes, risk factors, and management of anemia and thrombocytopenia // *Hematol Oncol Clin North Am*. 2019. Vol. 33, N. 3. P. 521–532. doi: 10.1016/j.hoc.2019.01.013
- Cunningham K.E., Okolo F.C., Baker R., et al. Red blood cell transfusion in premature infants leads to worse necrotizing enterocolitis outcomes // *J Surg Res*. 2017. Vol. 213. P. 158–165. doi: 10.1016/j.jss.2017.02.029
- Fuchs A., Disma N., Virág K., et al. Peri-operative red blood cell transfusion in neonates and infants: Neonate and children audit of anaesthesia practice in europe a prospective European multicentre observational study // *Eur J Anaesthesiol*. 2022. Vol. 39, N. 3. P. 252–260. doi: 10.1097/EJA.0000000000001646
- Dukleska K., Vinocur C.D., Brenn B.R., et al. Preoperative blood transfusions and morbidity in neonates undergoing surgery // *Pediatrics*. 2020. Vol. 146, N. 5. ID e20193718. doi: 10.1542/peds.2019-3718
- Антонов А.Г., Дегтярев Д.Н., Нароган М.В., и др. Гемолитическая болезнь плода и новорожденного. Клинические рекомендации // *Неонатология: Новости. Мнения. Обучение*. 2018. Т. 6, № 2. С. 131–142. EDN: URMNTI
- Шейбак Л.Н. Современные представления об особенностях гемолитической болезни плода и новорожденного // *Журнал Гродненского государственного медицинского университета*. 2015. № 1. С. 134–138. EDN: TNBTLV
- Пшениснов К.В., Александрович Ю.С. Массивная кровопотеря в педиатрической практике // *Гематология и трансфузиология*. 2020. Т. 65, № 1. С. 70–86. EDN: CFAJVB doi: 10.35754/0234-5730-2020-65-1-70-86
- Гераськин И.В., Гераськин В.А., Гераськина Н.В. Влияние гемотрансфузий у новорожденных и детей грудного возраста на состав и сродство к кислороду физиологических гемоглобинов // *Патологическая физиология и экспериментальная терапия*. 2023. Т. 67, № 1. С. 71–78. EDN: RQUOQG doi: 10.25557/0031-2991.2023.01.71-78
- Аксельрод Б.А., Дымова О.В., Гуськов Д.А. Клиническое использование эритроцитсодержащих компонентов донорской крови // *Гематология и трансфузиология*. 2018. Т. 63, № 4. С. 372–435. EDN: ZYOPRB doi: 10.25837/HAT.2019.62.39.006
- Григорьев Е.В., Лебединский К.М., Щеголев А.В., и др. Реанимация и интенсивная терапия при острой массивной кровопотере у взрослых пациентов // *Анестезиология и реаниматология*. 2020. № 1. С. 5–24. EDN: PVTIQM doi: 10.17116/anaesthesiology20200115
- Habre W., Disma N., Virag K., et al. Incidence of severe critical events in paediatric anaesthesia (APRICOT): a prospective multicentre observational study in 261 hospitals in Europe // *Lancet Respir Med*. 2017. Vol. 5, N. 5. P. 412–425. doi: 10.1016/S2213-2600(17)30116-9
- New H.V., Berryman J., Bolton-Maggs P.H., et al. Guidelines on transfusion for fetuses, neonates and older children // *Br J Haematol*. 2016. Vol. 175, N. 5. P. 784–828. doi: 10.1111/bjh.14233
- Wittenmeier E., Troeber C., Zier U., et al. Red blood cell transfusion in perioperative pediatric anesthesia: a survey of current practice in Germany // *Transfusion*. 2018. Vol. 58, N. 7. P. 1597–1605. doi: 10.1111/trf.14581
- Doctor A., Cholette J., Remy K.E., et al. Recommendations on RBC transfusion in general critically ill children based on hemoglobin and/or physiologic thresholds from the pediatric critical care transfusion and anemia expertise initiative // *Pediatr Crit Care Med*. 2018. Vol. 19, N. 9S. P. 98–113. doi: 10.1097/PCC.0000000000001590
- Howarth C., Banerjee J., Aladangady N. Red blood cell transfusion in preterm infants: current evidence and controversies // *Neonatology*. 2018. Vol. 114, N. 1. P. 7–16. doi: 10.1159/000486584

## REFERENCES

- Shander A, Lobel GP, Javidroozi M. Anesthesia for patients with anemia. *Anesthesiol Clin*. 2016;34(4):711–730. doi: 10.1016/j.anclin.2016.06.007
- Colombatti R, Sainati L, Trevisanuto D. Anemia and transfusion in the neonate. *Semin Fetal Neonatal Med*. 2016;21(1):2–9. doi: 10.1016/j.siny.2015.12.001
- Goobie SM, Faraoni D, Zurakowski D, DiNardo JA. Association of preoperative anemia with postoperative mortality in neonates. *JAMA Pediatr*. 2016;170(9):855–862. doi: 10.1001/jamapediatrics.2016.1032
- Khovasova NO, Naumov AV, Tkacheva ON. Perioperative anemia. *Medical Council*. 2021;(12):398–404. EDN: EFBXRD doi: 10.21518/2079-701X-2021-12-398-404

5. Ree IMC, Lopriore E. Updates in neonatal hematology: causes, risk factors, and management of anemia and thrombocytopenia. *Hematol Oncol Clin North Am.* 2019;33(3):521–532. doi: 10.1016/j.hoc.2019.01.013
6. Cunningham KE, Okolo FC, Baker R, et al. Red blood cell transfusion in premature infants leads to worse necrotizing enterocolitis outcomes. *J Surg Res.* 2017;213:158–165. doi: 10.1016/j.jss.2017.02.029
7. Fuchs A, Disma N, Virág K, et al. Peri-operative red blood cell transfusion in neonates and infants: Neonate and children audit of anaesthesia practice in Europe a prospective European multicentre observational study. *Eur J Anaesthesiol.* 2022;39(3):252–260. doi: 10.1097/EJA.0000000000001646
8. Dukleska K, Vinocur CD, Brenn BR, et al. Preoperative blood transfusions and morbidity in neonates undergoing surgery. *Pediatrics.* 2020;146(5):e20193718. doi: 10.1542/peds.2019-3718
9. Antonov AG, Degtyarev DN, Narogan MV, et al. Hemolytic disease of the fetus and newborn. Clinical practice guideline. *Neonatology: news, views, education.* 2018;6(2):131–142. EDN: URMNTI
10. Sheibak LN. Modern concept of hemolytic disease features of the fetus and newborn. *Journal of the Grodno State Medical University.* 2015;(1):134–138. EDN: TNBTLV
11. Pshenisnov KV, Aleksandrovich YuS. Massive blood loss in pediatric practice. *Russian journal of hematology and transfusiology.* 2020;65(1):70–86. EDN: CFAJVB doi: 10.35754/0234-5730-2020-65-1-70-86
12. Geraskin IV, Geraskin VA, Geraskina NV. Effect of hemotransfusions in newborns and infants on the composition and oxygen affinity of physiological hemoglobin. *Pathological physiology and experimental therapy.* 2023;67(1):71–78. EDN: RQUOQG doi: 10.25557/0031-2991.2023.01.71-78
13. Akselrod BA, Balashova EN, Bautin AE, et al. Clinical guidelines for red blood cell transfusion. *Russian journal of hematology and transfusiology.* 2018;63(4):372–435. EDN: ZYOPRB doi: 10.25837/HAT.2019.62.39.006
14. Grigor'ev EV, Lebedinskii KM, Schegolev AV, et al. Resuscitation and intensive care in acute massive blood loss in adults (clinical guidelines). *Russian Journal of Anesthesiology and Reanimatology.* 2020;(1):5–24. EDN: PVTIQM doi: 10.17116/anaesthesiology20200115
15. Habre W, Disma N, Virag K, et al. Incidence of severe critical events in paediatric anaesthesia (APRICOT): a prospective multicentre observational study in 261 hospitals in Europe. *Lancet Respir Med.* 2017;5(5):412–425. doi: 10.1016/S2213-2600(17)30116-9
16. New HV, Berryman J, Bolton-Maggs PH, et al. Guidelines on transfusion for fetuses, neonates and older children. *Br J Haematol.* 2016;175(5):784–828. doi: 10.1111/bjh.14233
17. Wittenmeier E, Troeber C, Zier U, et al. Red blood cell transfusion in perioperative pediatric anesthesia: a survey of current practice in Germany. *Transfusion.* 2018;58(7):1597–1605. doi: 10.1111/trf.14581
18. Doctor A, Cholette J, Remy KE, et al. Recommendations on RBC transfusion in general critically ill children based on hemoglobin and/or physiologic thresholds from the pediatric critical care transfusion and anemia expertise initiative. *Pediatr Crit Care Med.* 2018;19(9S):98–113. doi: 10.1097/PCC.0000000000001590
19. Howarth C, Banerjee J, Aladangady N. Red blood cell transfusion in preterm infants: current evidence and controversies. *Neonatology.* 2018;114(1):7–16. doi: 10.1159/000486584

## ОБ АВТОРАХ

**\*Валентина Михайловна Межевикина;**

адрес: Россия, 117997, Москва, ул. Островитянова, д. 1;  
ORCID: 0000-0001-5217-4641; eLibrary SPIN: 4965-6597;  
e-mail: mezhevikina.valentina@gmail.com

**Юлия Викторовна Жиркова,** д-р мед. наук, профессор;  
ORCID: 0000-0001-7861-6778; eLibrary SPIN: 5560-6679;  
e-mail: zhirkova@mail.ru

**Владимир Викторович Лазарев,** д-р мед. наук, профессор;  
ORCID: 0000-0001-8417-3555; eLibrary SPIN: 4414-0677;  
e-mail: 1dca@mail.ru

## AUTHORS' INFO

**\*Valentina M. Mezhevikina;**

address: 1 Ostrovityanova st., Moscow, 119192, Russia;  
ORCID: 0000-0001-5217-4641; eLibrary SPIN: 4965-6597;  
e-mail: mezhevikina.valentina@gmail.com

**Yulia V. Zhirkova,** MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;  
ORCID: 0000-0001-7861-6778; eLibrary SPIN: 5560-6679;  
e-mail: zhirkova@mail.ru

**Vladimir V. Lazarev,** MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;  
ORCID: 0000-0001-8417-3555; eLibrary SPIN: 4414-0677;  
e-mail: 1dca@mail.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author