



КОРРЕКЦИЯ ЖЕЛЕЗА ПРИ БЕСКРОВНЫХ ОПЕРАЦИЯХ У БОЛЬНЫХ С МИТРАЛЬНЫМИ ПОРОКАМИ СЕРДЦА

Национальный институт сердечно-сосудистой хирургии имени Н.М. Амосова НАМН Украины, г. Киев, Украина

Цель. Изучить эффективность предоперационного комбинированного влияния гидроксида железа (III) и эритропоэтина на уровень послеоперационной анемии после протезирования митрального клапана (ПМК) по бескровной технологии в условиях искусственного кровообращения.

Материал и методы. Проведено одноцентровое проспективное нерандомизированное и ретроспективное исследование, включающее 80 пациентов, прооперированных по поводу митральных пороков сердца. Из них 54 мужчины (67,5%) и 26 женщин (32,5%), средний возраст составил $52,8 \pm 4,9$ года ($M \pm \sigma$). Пациенты были разделены на три группы. Группа А – пациенты с нормальным уровнем железа в сыворотке крови, прооперированные с применением препаратов крови. Группа В – пациенты с нормальным уровнем железа в сыворотке крови, которые были прооперированы по бескровной технологии. В группе С с исходно низким уровнем железа в сыворотке крови применили дооперационную коррекцию насыщающей дозы гидроксида железа (III) и стимуляцию эритропоэтином, а во время операции использовали бескровную технологию.

Результаты. Результаты этого исследования показывают, что пациенты группы А во время операции нуждаются в достаточно больших объемах компонентов донорской крови. В группе В можно проводить операции ПМК по бескровной технологии без переливания компонентов донорской крови. Коррекция низкого дооперационного уровня железа в сыворотке крови в группе С повышает его предоперационный уровень в сыворотке крови в 7,4 раза, а Hb – на 4,4% от исходного. Уровень послеоперационной анемии в группе С ($p < 0,05$) по сравнению с группой В ($p < 0,05$) меньше на 8,5% ($p < 0,05$).

Заключение. Коррекция низкого предоперационного уровня железа и стимуляция эритропоэза у пациентов с митральными пороками сердца уменьшает послеоперационную анемию после операций с протезированием митрального клапана по бескровной технологии.

Ключевые слова: митральная болезнь сердца, протезирование митрального клапана, анемия, гидроксид железа (III), бескровная технология

Objective. To study the effectiveness of the preoperative combined correction, using hydroxide of iron (III) and stimulation of hematopoiesis with erythropoietin on the postoperative anemia in patients, undergoing bloodless surgery (mitral valve replacement) in conditions of artificial blood circulation.

Methods. A single-center prospective non-randomized and retrospective study involving patients ($n=80$) undergoing the operation for mitral valve disease was carried out. There were 54 men (67.5%) and 26 women (32.5%) with an average age of 52.8 ± 4.9 years ($M \pm \sigma$). The patients were divided into three groups. Group A consisted of patients with normal serum iron levels undergoing of the application of blood component preparations. Group B included patients with normal serum iron levels who were undergoing bloodless surgery. In group C the patients with initially low levels of iron in the blood serum, preoperative correction of the saturating dose iron hydroxide and stimulation with erythropoietin were carried out, and bloodless procedure was applied while the operation.

Results. The results of this study show that patients in group A require a sufficiently large volume of donor blood components during surgery. In group B, mitral valve replacement can be performed using bloodless technology without transfusion of donor blood components. Correction of a low preoperative serum iron level in group C increases its preoperative serum iron level by 7.4 times and Hb by 4.4% of the initial haemoglobin values. The level of postoperative anemia in group C ($p > 0.05$) compared with group B ($p > 0.05$) is 8.5% less ($p > 0.05$).

Conclusion. Correction of low preoperative iron levels and stimulation of erythropoiesis in patients with mitral heart disease after mitral valve replacement using a bloodless surgery reduces the postoperative anemia level.

Keywords: mitral heart disease, mitral valve replacement, anemia, iron (III) hydroxide, bloodless technology



Научная новизна статьи

Впервые установлен факт влияния дооперационной насыщающей коррекции гидроксида железа (III) и стимуляции эритропоэтина на уменьшение послеоперационной анемии у пациентов, прооперированных по поводу митральных пороков сердца по бескровной технологии в условиях искусственного кровообращения.

What this paper adds

For the first time the impact of preoperative correction of anemia, using iron (III) hydroxide and stimulation of hematopoiesis, applying erythropoietin in patients undergoing the surgery for mitral valve defect using bloodless technology in conditions of artificial blood circulation (ABC) has been determined.

Введение

Несмотря на наличие положительных качеств перелитой консервированной крови, в медицинской литературе все больше публикуются работы о негативных сторонах переливания компонентов крови. Авторы указывают на рост риска трансфузионных реакций различного характера. Очень часто это обусловлено повышенным иммуносупрессивным действием препаратов крови [1, 2], что представляет опасность заражения инфекционными, бактериальными, вирусными и другими заболеваниями [3, 4]. Отмечается, что при хранении консервированных препаратов крови значительно снижается уровень 2,3-дифосфолицерата, что негативно влияет на оксигенацию тканей. Значительная часть пациентов с сердечно-сосудистой патологией имеют латентный дефицит железа и железодефицитную анемию (ЖДА) или сочетание этих состояний с другими видами анемии. Положительной стратегией при этом является восполнение дефицита железа внутривенным введением железа [5, 6]. Это повышает толерантность к физической нагрузке, улучшает качество жизни, снижает смертность и продолжительность госпитализации. Важным социальным фактором является также принципиальность религиозных организаций (например, Свидетели Иеговы) как противников переливания донорской крови. Учитывая эти факторы и повышенный интерес к бескровным технологиям [7, 8], в НИССХ имени Н.М. Амосова мы применили методику дооперационного выявления низкого уровня железа в сыворотке крови, его коррекции и оценки уровня гемоглобина (Hb) в раннем послеоперационном периоде у пациентов с протезированными митральными пороками сердца в условиях искусственного кровообращения (ИК) [9].

Цель. Изучить эффективность предоперационного комбинированного влияния гидроксида железа (III) и эритропоэтина на уровень послеоперационной анемии после протезирования митрального клапана (ПМК) по бескровной технологии в условиях искусственного кровообращения.

Материал и методы

С 01.01.2018 по 01.10.2019 проведено иссле-

дование 80 пациентов, которые находились на лечении в отделении хирургии приобретенных пороков сердца с диагнозами: комбинированный митральный порок (КМП) с преобладанием митрального стеноза (МС) – 18,7%; КМП с преобладанием митральной недостаточности (МНд) – 47,5%; МНд – 27,5%; изолированный митральный стеноз (Мс) – 31,3%. Из 80 пациентов 54 мужчины (67,5%), и 26 женщин (32,5%), в возрасте $52,8 \pm 4,9$ года ($M \pm \sigma$). Пациенты поступили с нарушением кровообращения (НК) III-IV класса по классификации NYNA и были прооперированы по поводу митральных пороков сердца в условиях искусственного кровообращения (ИК). За 7 дней до операции была исследована вся группа пациентов для определения уровня железа и ферментов в сыворотке крови. Соответственно полученным данным все пациенты с приобретенными митральными пороками сердца были распределены на 3 группы: группа А включала 32 пациента с уровнем железа в сыворотке крови в пределах физиологической нормы, которым во время операции были перелиты компоненты донорской крови; группа В включала 28 пациентов с физиологическим уровнем железа в сыворотке крови, которым во время операции не использовали переливание компонентов донорской крови, но у которых была применена бескровная технология; группа С – 20 пациентов со сниженными первичными показателями уровня железа в сыворотке крови ($7,68 \pm 2,2$ ммоль/л) ($M \pm \sigma$). В этой группе на 2 этапе исследований проводили дооперационную коррекцию уровня железа в сыворотке крови максимальной расчетной дозой гидроксида железа (III) – препаратом «Суфер». За 7 дней до операции проводилось введение 1000 мг препарата «Суфер» внутривенно, но не более 600 мг в сутки. Через неделю вводили остатки определенной дозы (согласно таблице расчетных доз Суфера), которая не превышала однократную.

На 3 этапе в группе С во время операции применяли бескровную технологию. В анамнезе у пациентов всех трех групп железодефицитная анемия не наблюдалась.

Группа А включала 19 (59,3%) мужчин и 13 (40,7%) женщин в возрасте от 17 до 73 лет (средний возраст $53,7 \pm 5,2$ года ($M \pm \sigma$)). В группу В вошли 21 (75%) мужчина и 7 (25%) женщин в возрасте от 17 до 70 лет (средний возраст $51,7 \pm 4,8$ года ($M \pm \sigma$)). Группа С состояла из 20 пациентов, из которых 14 (72%) мужчин и 6 (28%) женщин. Средний возраст составил

53,1±4,7 года ($M \pm \sigma$). Для проведения хирургической коррекции митральных пороков сердца в условиях ИК ориентировались на

а) анамнестические данные — отмена за 7 дней до операции препаратов, влияющих на свертываемость крови;

б) исходные лабораторные показатели в 3 группах: гемоглобин $135,8 \pm 2,1$ г/л, гематокрит $35,8 \pm 1,2\%$, тромбоциты $213,7 \pm 17,8 \times 10^9$ /л, эритроциты $3,6 \pm 0,14 \times 10^{12}$ /л, белок $67 \pm 2,2$ г/л.

Во всех группах пациентам проводился биохимический контроль уровня железа в сыворотке крови — трансферина фотометрическим методом с помощью анализатора Beckman Coulter AU 480, ферритина — методом хемиллюценции, Hb, Ht, форменных элементов крови с помощью гематологического анализатора SYSMEXXP-300. Исследование проводилось в 3 этапа. На 1 этапе за 7 дней до операции проводили контроль искомых биохимических показателей во всех группах исследования. 2 этап исследований проводили только в группе С через 7 дней после коррекции гидроксидом железа (III) и внутривенной стимуляции эритропоэтином (10000ED 3 раза через день). Этот этап совпадал с началом операции. На 3 этапе определяли послеоперационные биохимические данные в группах А, В и С через 24 часа после операции.

Проведение анестезиологического обеспечения во всех группах было стандартизировано. В группе А проводили операции протезирования митрального клапана (ПМК) с искусственным кровообращением (ИК) с использованием препаратов донорской крови. В группах В и С проводили операции протезирования митрального клапана без использования донорской крови, с использованием аутокрови пациентов. Для этого до начала ИК осуществляли забор аутокрови с нормоволемической гемодилюцией (НВГ) с использованием 6% Рефортана. Реинфузия аутокрови проводилась после полной остановки ИК, согревания пациента до 37° и стабилизации гемодинамики. Величины кровопотери и водного баланса на 1-е сутки после операции во всех группах были близки по значению. Для пациентов всех групп исследования до операции были заготовлены компоненты донорской крови и могли быть перелиты при необходимости.

Статистика

Статистический анализ материала проводили с помощью стандартных методов с применением пакета прикладных программ MsExcel и StatPlus 2007 Professional. При исследовании проверялась гипотеза превосходства, согласно

которой эффективность предложенного авторами предоперационного комбинированного влияния выше сравнимых способов по критерию уровня гемоглобина (Hb) в раннем послеоперационном периоде у пациентов, оперированных по бескровной технологии в условиях искусственного кровообращения.

Оценивались среднее значение, стандартные ошибки, медиана, интерквартильный размах, достоверность различий. Для оценки межгрупповой разницы применялся дисперсионный анализ (ANOVA) для 3 и более независимых групп.

Оценивались среднее значение, стандартные ошибки, достоверность различий. Количественные данные представлены в виде среднего арифметического (M), стандартного отклонения (σ), логические данные — в виде доли от общего числа наблюдений. Различия считались значимыми при $p < 0,05$. Для оценки нормальности распределения выборки применяли тест Колмогорова-Смирнова. Зависимые переменные вычислялись и соотносились с послеоперационной анемией, а в качестве независимых рассматривались параметры Hb, Ht, уровень железа в сыворотке крови, переливание эритроцитов, нативной плазмы. Факторы, демонстрировавшие статистически значимую связь с послеоперационной анемией (ПА), включались в анализ для построения уравнения множественной линейной регрессии. Достоверность различий средних показателей двух независимых величин определяли с помощью t -критерия Стьюдента.

Результаты

На 1 этапе исследования за 7 дней до операции в группе А и В мы не отмечали существенных отклонений от физиологических норм содержания железа в сыворотке крови (Hb, Ht и ферменты) (таблица 1).

Начальные уровни гемоглобина, гематокрита, и исследуемых форменных элементов крови за 7 дней до операции в группе С существенно не отличались от дооперационных показателей групп А и В.

Исходные данные биохимических параметров у пациентов группы С отличались от дооперационных данных групп А и В прежде всего первичным сниженным уровнем трансферрина (ТФ) на 26,4% ($p < 0,05$) и сывороточного железа (СЖ) в 2,6 раза ($p < 0,05$).

В группе А через 24 часа после операции с применением во время операции компонентов крови ($768,9 \pm 117,6$ мл эритроцитарной массы и $681,2 \pm 124,6$ мл свежзамороженной плазмы

Таблица 1

Динамика изменения уровня железа и ферментов в исследуемых группах (M±σ)						
Показатели	Транс-феррин, г/л (ТФ)	Железо-связывающая способность сыворотки крови, мкмоль/л (ЖССС)	Ферритин, г/мл (ФН)	Содержание железа в сыворотке крови, мкмоль/л (СЖ)	Коэффициент насыщения трансферрина железом (%) (КНТЖ)	
Группа А (n=32)	До операции	3,61±0,40*	75,31±3,3*	44,99±6,0*	18,90±2,8	29,82±0,8
	После операции	2,47±0,50*	62,07±4,6*	54,91±3,1*	16,80±2,2	31,17±0,6
Группа В (n=28)	До операции	3,94±0,32	70,28±3,8 *	40,33±3,9	21,50±1,7*	27,11±3,1
	После операции	3,66±0,38	53,43±6,2*	37,22±4,9	12,72±2,7*	24,74±2,9
Группа С (n=20)	До коррекции	2,78±0,30*	79,84±4,1	43,17±3,8*	7,68±2,2*	28,07±1,7*
	Послекоррекции	2,07±0,40**	71,56±3,0**	334,69±41,1*	57,13±11,4 *	34,33±1,5*
	Послеоперации	3,92±0,34**	64,58±4,1**	312,44±43,3	53,62±12,7	32,87±1,9

Примечание: * (p<0,05) – достоверность различий показателей группы наблюдения до и после операции; ** (p<0,05) – достоверность различий показателей группы наблюдения после коррекции Fe и после операции.

(M±σ)) отмечается снижение ТФ на 31,6% (p<0,05), железосвязывающая способность сыворотки крови (ЖССС) уменьшилась на 17,6% (p<0,05), а уровень ферритина (ФН) повысился на 18,1% (p<0,05). Уровень СЖ снизился с 18,9 ммоль/л до 16,8 ммоль/л. Через 24 часа после операции в группе А уровень Нв снизился на 8,9%, а Нт – на 6,8%. Уровень эритроцитов через 24 часа после операции стал меньше на 11,6% (p<0,05), а тромбоцитов – на 12,8% (p<0,05). Средняя концентрация Нв в эритроците, как и среднее содержание Нв в эритроците, незначительно уменьшились.

В группе В после проведения операций по бескровной технологии уровень гемоглобина через 24 часа уменьшился на 24,9% (p<0,05), а уровень Нт – на 16,7% (p<0,05) по отношению к исходным показателям. Количество тромбоцитов после проведенных операций по бескровной технологии снизилось на 35,6% (p<0,05), а эритроцитов – на 11,5% (p<0,05). Средняя концентрация Нв в эритроците и среднее содержание Нв в эритроците уменьшились через

24 часа после операции на 9,5% и 11,7% соответственно.

Применение в группе В во время операции нормоволемической гемодилюции с предварительным забором аутокрови с последующей реинфузией аутокрови через 24 часа привело к следующим результатам: по отношению к исходным показателям уровень ТФ снизился на 7,2%, а ЖССС уменьшилось на 11,4% (p<0,05). Уровень СЖ снизился на 40,9% (p<0,05).

Учитывая первичные данные группы С, в день операции мы провели 2 этап исследования – дооперационную коррекцию препаратом гидроксида железа (III), а также стимуляцию эритропоэза эритропоэтином.

В группе С после проведения дооперационной коррекции уровня железа через 7 дней уровень СЖ повысился до первичного (в 7,4 раза) (p<0,05), однако активность ТФ снизилась на 25,6% (p<0,05). Коэффициент насыщенности трансферрина железом (КНТЖ) увеличился после коррекции на 18,3% (p<0,05), а уровень ФН вырос в 7,8 раза (p<0,05). ЖССС уменьшилась

Таблица 2

Изменение Нв, Нт и форменных элементов крови до и после операции ПМК(M±σ)								
Показатели	Нв, г/л	Эритроциты ×10 ¹² /л	Нт, %	Тромбоциты ×10 ⁹ , /л	Лейкоциты ×10 ⁹ , /л	Средняя концентрация Нв в эритроците (МСНС), г/дл	Среднее содержание Нв в эритроците (МСН), пг	
Группа А	До операции	135±3,0*	3,8±0,23*	0,35±0,02	211±14	7,3±1,2*	26,4±1,1	25,4±0,9
	После операции	123±3,7*	3,4±0,31*	0,33±0,01	184±19	10,4±0,9*	25,1±0,7	23,3±0,7
Группа В	До операции	137±4,7	3,5±0,23*	0,36±0,03*	214±17*	7,8±0,7*	27,5±0,9*	25,8±0,8
	После операции	103±7,4*	3,1±0,20*	0,30±0,02*	138±13*	9,2±0,6*	24,9±0,7*	22,8±0,9
Группа С	До коррекции	135±2,4*	3,7±0,31	0,36±0,034	218±19	7,6±0,8*	27,9±0,8	26,6±0,7
	После коррекции	141±2,2**	3,8±0,32**	0,37±0,035**	223±18**	9,7±0,9*	29,3±0,5**	27,3±0,4
	Послеоперации	118±3,1**	3,4±0,17**	0,32±0,01**	175±11**	9,6±1,3	26,7±0,7**	25,9±0,6

Примечание: * (p<0,05) – достоверность различий показателей группы наблюдения до и после операции; ** (p<0,05) – достоверность различий показателей группы наблюдения после коррекции Fe и после операции.

на 10,4% ($p < 0,05$). В группе С после коррекции уровня железа ощутимо увеличился лейкоцитоз крови (на 21,7%) ($p < 0,05$).

Через 24 часа после операции в группе С уровень СЖ снизился на 6,2% и незначительно снизился КНТЖ. На 47,2% ($p < 0,05$) произошло повышение уровня ТФ. Уровень ФН несколько снизился, однако был еще достаточно высоким через 24 часа после операции. ЖССС имела незначительную тенденцию к снижению.

В группе С в первые 24 часа после операции (таблица 2) отмечается тенденция к снижению Hb на 16,4%, а Ht – на 15,8%, чем до коррекции. Количество эритроцитов после операции снизилось на 10,6% ($p < 0,05$), а тромбоцитов – на 21,6% ($p < 0,05$). Средняя концентрация Hb в эритроците уменьшилось на 8,9% при относительно незначительном уменьшении содержания Hb в эритроците.

Обсуждение

Мы исходили из исследования однородных групп по главным клиническим и биохимическим критериям. Полученные нами результаты показали, что коррекция послеоперационной анемии в группе А у пациентов с умеренной анемией, прооперированных по поводу приобретенных пороков сердца, достигается путем переливания достаточного объема компонентов донорской крови (768,9±117,6 мл эритроцитарной массы и 681,2±124,6 мл свежемороженой плазмы (M±σ)). При этом активность трансферина снижалась на 31,6% ($p < 0,05$), а уровень Hb снизился на 8,9%. Это отражает только заместительную функцию эритроцитов, без активного метаболизма железа из эритроцитов в раннем послеоперационном периоде. Ряд авторов указывают на исходно низкий уровень Hb и исходно низкий уровень железа в сыворотке крови у пациентов как на одну из причин анемии [10, 11]. Некоторые авторы [12] указывают на исходный дефицит железа 31% и анемию 13% у больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Автор приходит к заключению: чем ниже гемоглобин, тем чаще переливание донорской крови, а коррекция железа уменьшает процент переливания крови с 31% до 19%. У пациентов группы В с умеренной анемией и с нормальным уровнем железа в сыворотке крови применение бескровной технологии во время ПМК в условиях ИК позволило провести оперативное вмешательство без переливания донорской крови. При этом в раннем послеоперационном периоде уровень Hb уменьшился на 24,9%, а Ht – на 16,7%. У пациентов группы В в раннем послеоперационном периоде до-

норскую кровь не переливали, однако заготовки компонентов донорской крови были сделаны до операции. Некоторые исследования [13] указывают, что предоперационное насыщение железом увеличивает Hb у анемичных больных. По некоторым данным [14], дооперационное введение препаратов железа уменьшает процент послеоперационных осложнений, а также уменьшает количество переливаемой крови, в то же время отказ от переливания железа у анемичных больных увеличивает смертность с 4% до 14% [15]. У пациентов с умеренной анемией и с низким уровнем железа в сыворотке крови, которые составляли группу С, до операции проводили внутривенное насыщение гидроксидом железа (III) до максимальных расчетных показателей. В группе С коррекция сниженного уровня сывороточного железа за неделю до операции активировала процесс насыщения гемоглобина железом. Так, уровень железа увеличился в 7,4 раза, а ферритина – в 7,8 раза, при этом КНТЖ увеличился на 18,3% ($p < 0,05$). Это подтверждают и другие авторы, они указывают, что дооперационное введение железа снижает переливание донорской крови на 16% [16, 17], а смертность в послеоперационном периоде с 9,4% до 4,8% [18]. Некоторые авторы не находят преимуществ в дооперационном, за 10-41 день до плановой операции введении 1000 мг железа [19]. Мы исследовали влияние внутривенного дооперационного введения гидроксида железа (III), а также стимуляцию эритропоэза за 7 дней до операции. В результате коррекции сывороточного железа его уровень увеличился в 7,4 раза, а трансферина – на 47,2%, а уровень Hb – на 4,4%. Повышенный уровень железа и ферментов крови сохранялся в раннем послеоперационном периоде. Уменьшение уровня послеоперационной анемии на 8,5% позволило воздержаться от переливания донорской крови, исключая таким образом осложнения при ее переливании.

Выводы

1. Проведение операций протезирования митрального клапана с использованием бескровной технологии в группе В в условиях искусственного кровообращения (ИК), с опорой на методы контроля за эксфузией и реинфузией аутокрови, позволяет избежать переливания препаратов крови во время операции.

2. Коррекция первично низкого уровня железа в сыворотке крови в группе С повышает в дооперационном периоде сывороточное железо в 7,4 раза ($p < 0,05$) и увеличивает активность ферритина в 7,8 раза ($p < 0,05$).

3. Предоперационная коррекция сывороточного железа уменьшает уровень ранней послеоперационной анемии на 8,5% у пациентов, прооперированных по поводу митральных пороков сердца с применением бескровной технологии в условиях искусственного кровообращения.

Финансирование

Работа выполнялась в соответствии с планом научных исследований Национального института сердечно-сосудистой хирургии им. Н.М. Амосова НАМН Украины, г. Киев, Украина. Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей лекарственных препаратов авторы не получали.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что конфликт интересов отсутствует.

Этические аспекты.

Одобрение комитета по этике

Исследование одобрено этическим комитетом Национального института сердечно-сосудистой хирургии им. Н.М. Амосова НАМН Украины, г. Киев, Украина.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хубутия МШ, Солонин СА, Баженов АИ, Кобзева ЕН, Смирнова ЮВ, Годков МА. Риски передачи гемоконтактных вирусных инфекций при гемотрансфузиях, трансплантации органов и тканей. *Трансплантология*. 2015;(4):23-33. <https://cyberleninka.ru/article/n/riski-peredachi-gemokontaktnyh-virusnyh-infektsiy-pri-gemotransfuziyah-transplantatsii-organov-i-tkaney>
2. Semple JW, Rebetz J, Kapur R. Transfusion-associated circulatory overload and transfusion-related acute lung injury. *Blood*. 2019;133(17):1840-53. doi:10.1182/blood-2018-10-860809
3. Lewis CE, Hiratzka LF, Woods SE, Hendy MP, Engel AM. Autologous blood transfusion in elective cardiac valve operations. *J Card Surg*. Nov-Dec 2005;20(6):513-18. doi: 10.1111/j.1540-8191.2005.00137.x
4. James B Cutrell, Nicolas Barros, Mandy McBroom, James Luby, Abu Minhajuddin, W Steves Ring, Philip E Greilich. Risk factors for deep sternal wound infection after cardiac surgery: Influence of red blood cell transfusions and chronic infection. *Am J Infect Control*. 2016 Nov 1;44(11):1302-1309. doi:10.1016/j.ajic.2016.03.027
5. Naito Y, Tsujino T, Matsumoto M, Sakoda T, Ohyanagi M, Masuyama T. Adaptive response of the heart to long-term anemia induced by iron deficiency. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2009 Mar; 296(3):H585-93. doi: 10.1152/ajpheart.00463.2008
6. Anker SD, Comin Colet J, Filippatos G, Willen-

- heimer R, Dickstein K, Drexler H, Lüscher TF, Bart B, Banasiak W, Niegowska J, Kirwan BA, Mori C, von Eisenhart Rothe B, Pocock SJ, Poole-Wilson PA, Ponikowski P. Ferric carboxymaltose in patients with heart failure and iron deficiency. *N Engl J Med*. 2009 Dec 17;361(25):2436-48. doi: 10.1056/NEJMoa0908355
7. Curley GF, Shehata N, Mazer CD, Hare GM, Friedrich JO. Transfusion triggers for guiding RBC transfusion for cardiovascular surgery: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med*. 2014 Dec;42(12):2611-24. doi: 10.1097/CCM.0000000000000548
8. Kozek-Langenecker SA, Ahmed AB, Afshari A, Albaladejo P, Aldecoa C, Barauskas G, De Robertis E, Faraoni D, Filipescu DC, Fries D, Haas T, Jacob M, D Lancé M, Pitarch JVL, Mallett S, Meier J, Molnar ZL, Rahe-Meyer N, Samama CM, Stensballe J, Van der Linden PJF, Wikkelsø AJ, Wouters P, Wyffels P, Zacharowski K. Management of severe perioperative bleeding: guidelines from the European Society of Anaesthesiology: first update 2016. *Eur J Anaesthesiol*. 2017 Jun;34(6):332-95. doi: 10.1097/EJA.0000000000000630
9. Лазоришинец ВВ, Попов ВВ, Гуменюк БН, Дьяченко ВЛ. Кровесберегающая технология в хирургии митральных пороков сердца. *Кардиология в Беларуси*. 2016;8(3):366-76. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26134163>
10. Karkouti K, Rao V, Chan CT, Wijeyesundera DN; TACS Investigators. Early rise in postoperative creatinine for identification of acute kidney injury after cardiac surgery. *Can J Anaesth*. 2017 Aug;64(8):801-809. doi: 10.1007/s12630-017-0899-8
11. Алиев ШМ, Назырова ЛА, Исламбекова ША, Пахомов ГЛ. Прогнозирование риска развития осложнений при хирургической коррекции септического эндокардита. *Новости Хирургии*. 2020;28(6):625-35. doi: 10.18484/2305-0047.2020.6.625
12. Hubert M, Gaudriot B, Biedermann S, Gouezec H, Sylvestre E, Bouzille G, Verhoye JP, Flecher E, Ecoffey C. Impact of Preoperative Iron Deficiency on Blood Transfusion in Elective Cardiac Surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2019 Aug;33(8):2141-50. doi: 10.1053/j.jvca.2019.02.006
13. Klein AA, Chau M, Yeates JA, Collier T, Evans C, Agarwal S, Richards T; UK Cardiac and Vascular Surgery Interventional Anaemia Response (CAVIAR) study team. Preoperative intravenous iron before cardiac surgery: a prospective multicentre feasibility study. *Br J Anaesth*. 2020 Mar;124(3):243-50. doi: 10.1016/j.bja.2019.11.023
14. Spahn DR, Schoenrath F, Spahn GH, Seifert B, Stein P, Theusinger OM, Kaserer A, Hegemann I, Hofmann A, Maisano F, Falk V. Effect of ultra-short-term treatment of patients with iron deficiency or anaemia undergoing cardiac surgery: a prospective randomised trial. *Lancet*. 2019 Jun 1;393(10187):2201-12. doi: 10.1016/S0140-6736(18)32555-8
15. Rössler J, Schoenrath F, Seifert B, Kaserer A, Spahn GH, Falk V, Spahn DR. Iron deficiency is associated with higher mortality in patients undergoing cardiac surgery: a prospective study. *Br J Anaesth*. 2020 Jan;124(1):25-34. doi: 10.1016/j.bja.2019.09.016
16. Warner MA, Shore-Lesserson L, Shander A, Patel SY, Perelman SI, Guinn NR. Perioperative Anemia: Prevention, Diagnosis, and Management Throughout the Spectrum of Perioperative Care. *Anesth Analg*. 2020 May;130(5):1364-80. doi: 10.1213/ANE.0000000000004727

17. Elhenawy AM, Meyer SR, Bagshaw SM, MacArthur RG, Carroll LJ. Role of preoperative intravenous iron therapy to correct anemia before major surgery: study protocol for systematic review and meta-analysis. *Syst Rev*. 2015 Mar 15;4:29. doi: 10.1186/s13643-015-0016-4

18. Muñoz M, Laso-Morales MJ, Gómez-Ramírez S, Cadellas M, Núñez-Matas MJ, García-Erce JA. Preoperative haemoglobin levels and iron status in a large multicentre cohort of patients undergoing major elective surgery. *Anaesthesia*. 2017 Jul;72(7):826-34. doi: 10.1111/anae.13840

19. Peters F, Ellermann I, Steinbicker AU. Intravenous Iron for Treatment of Anemia in the 3 Perisurgical Phases: A Review and Analysis of the Current Literature. *Anesth Analg*. 2018 Apr;126(4):1268-82. doi: 10.1213/ANE.0000000000002591

REFERENCES

1. Khubutiya MSh, Solonin SA, Bazhenov AI, Kobzeva EN, Smirnova YuV, Godkov MA. Risks of transmitting blood-borne viral infections via blood transfusion, organ and tissue transplantation. *Transplantologiiia*. 2015;(4):23-33. <https://cyberleninka.ru/article/n/riski-peredachi-gemokontaktnyh-virusnyh-infektsiy-pri-gemotransfuziyah-transplantatsii-organov-i-tkaney> (In Russ.)

2. Semple JW, Rebetz J, Kapur R. Transfusion-associated circulatory overload and transfusion-related acute lung injury. *Blood*. 2019;133(17):1840-53. doi:10.1182/blood-2018-10-860809

3. Lewis CE, Hiratzka LF, Woods SE, Hendy MP, Engel AM. Autologous blood transfusion in elective cardiac valve operations. *J Card Surg*. Nov-Dec 2005;20(6):513-18. doi: 10.1111/j.1540-8191.2005.00137.x

4. James B Cutrell, Nicolas Barros, Mandy McBroom, James Luby, Abu Minhajuddin, W Steves Ring, Philip E Greilich. Risk factors for deep sternal wound infection after cardiac surgery: Influence of red blood cell transfusions and chronic infection. *Am J Infect Control*. 2016 Nov 1;44(11):1302-1309. doi:10.1016/j.ajic.2016.03.027

5. Naito Y, Tsujino T, Matsumoto M, Sakoda T, Ohyanagi M, Masuyama T. Adaptive response of the heart to long-term anemia induced by iron deficiency. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2009 Mar; 296(3):H585-93. doi: 10.1152/ajpheart.00463.2008

6. Anker SD, Comin Colet J, Filippatos G, Willenheimer R, Dickstein K, Drexler H, Lüscher TF, Bart B, Banasiak W, Niegowska J, Kirwan BA, Mori C, von Eisenhart Rothe B, Pocock SJ, Poole-Wilson PA, Ponikowski P. Ferric carboxymaltose in patients with heart failure and iron deficiency. *N Engl J Med*. 2009 Dec 17;361(25):2436-48. doi: 10.1056/NEJMoa0908355

7. Curley GF, Shehata N, Mazer CD, Hare GM, Friedrich JO. Transfusion triggers for guiding RBC transfusion for cardiovascular surgery: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med*. 2014 Dec;42(12):2611-24. doi: 10.1097/CCM.0000000000000548

8. Kozek-Langenecker SA, Ahmed AB, Afshari A, Albaladejo P, Aldecoa C, Barauskas G, De Robertis E, Faraoni D, Filipescu DC, Fries D, Haas T, Jacob M, D Lancé M, Pitarch JVL, Mallett S, Meier J, Molnar ZL, Rahe-Meyer N, Samama CM, Stensballe J, Van der Linden PJF, Wikkelsø AJ, Wouters P, Wyffels P,

Zacharowski K. Management of severe perioperative bleeding: guidelines from the European Society of Anaesthesiology: first update 2016. *Eur J Anaesthesiol*. 2017 Jun;34(6):332-95. doi: 10.1097/EJA.0000000000000630

9. Lazorishinets V, Popov V, Gumenyuk B, Dyachenko V. Bloodsparing technology in surgery of mitral heart defects. *Kardiologiya v Belarusi*. 2016;8(3):366-76. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26134163> (In Russ)

10. Karkouti K, Rao V, Chan CT, Wijeyesundera DN; TACS Investigators. Early rise in postoperative creatinine for identification of acute kidney injury after cardiac surgery. *Can J Anaesth*. 2017 Aug;64(8):801-809. doi: 10.1007/s12630-017-0899-8

11. Aliev ShM, Nazirova LA, Islambekova ShA, Pahomov GL. Predicting the risk of complications development during surgical correction of septic endocarditis. *Novosti Khirurgii*. 2020;28(6):625-35. doi: 10.18484/2305-0047.2020.6.625 (In Russ.)

12. Hubert M, Gaudriot B, Biedermann S, Gouezec H, Sylvestre E, Bouzille G, Verhoye JP, Flecher E, Ecoffey C. Impact of Preoperative Iron Deficiency on Blood Transfusion in Elective Cardiac Surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2019 Aug;33(8):2141-50. doi: 10.1053/j.jvca.2019.02.006

13. Klein AA, Chau M, Yeates JA, Collier T, Evans C, Agarwal S, Richards T; UK Cardiac and Vascular Surgery Interventional Anaemia Response (CAVIAR) study team. Preoperative intravenous iron before cardiac surgery: a prospective multicentre feasibility study. *Br J Anaesth*. 2020 Mar;124(3):243-50. doi: 10.1016/j.bja.2019.11.023

14. Spahn DR, Schoenrath F, Spahn GH, Seifert B, Stein P, Theusinger OM, Kaserer A, Hegemann I, Hofmann A, Maisano F, Falk V. Effect of ultra-short-term treatment of patients with iron deficiency or anaemia undergoing cardiac surgery: a prospective randomised trial. *Lancet*. 2019 Jun 1;393(10187):2201-12. doi: 10.1016/S0140-6736(18)32555-8

15. Rössler J, Schoenrath F, Seifert B, Kaserer A, Spahn GH, Falk V, Spahn DR. Iron deficiency is associated with higher mortality in patients undergoing cardiac surgery: a prospective study. *Br J Anaesth*. 2020 Jan;124(1):25-34. doi: 10.1016/j.bja.2019.09.016

16. Warner MA, Shore-Lesserson L, Shander A, Patel SY, Perelman SI, Guinn NR. Perioperative Anemia: Prevention, Diagnosis, and Management Throughout the Spectrum of Perioperative Care. *Anesth Analg*. 2020 May;130(5):1364-80. doi: 10.1213/ANE.0000000000004727

17. Elhenawy AM, Meyer SR, Bagshaw SM, MacArthur RG, Carroll LJ. Role of preoperative intravenous iron therapy to correct anemia before major surgery: study protocol for systematic review and meta-analysis. *Syst Rev*. 2015 Mar 15;4:29. doi: 10.1186/s13643-015-0016-4

18. Muñoz M, Laso-Morales MJ, Gómez-Ramírez S, Cadellas M, Núñez-Matas MJ, García-Erce JA. Preoperative haemoglobin levels and iron status in a large multicentre cohort of patients undergoing major elective surgery. *Anaesthesia*. 2017 Jul;72(7):826-34. doi: 10.1111/anae.13840

19. Peters F, Ellermann I, Steinbicker AU. Intravenous Iron for Treatment of Anemia in the 3 Perisurgical Phases: A Review and Analysis of the Current Literature. *Anesth Analg*. 2018 Apr;126(4):1268-82. doi: 10.1213/ANE.0000000000002591

Адрес для корреспонденции

03038, Украина, г. Киев,
ул. Н.М. Амосова, д. 6,
Национальный институт сердечно-сосудистой
хирургии им. Н.М. Амосова НАМН Украины,
отдел анестезиологии, интенсивной терапии
и искусственного кровообращения,
тел.+308684859774,
e-mail: gumenyuk2007@ukr.net,
Гуменюк Богдан Николаевич

Сведения об авторах

Гуменюк Богдан Николаевич, к.м.н., старший на-
учный сотрудник отдела анестезиологии, интенсив-
ной терапии и искусственного кровообращения,
Национальный институт сердечно-сосудистой
хирургии им. Н.М. Амосова НАМН Украины,
г. Киев, Украина.

<https://orcid.org/0000-0002-7954-4769>

Попов Владимир Владиславович, д.м.н., заведую-
щий отделением хирургического лечения приоб-
ретенных пороков сердца, Национальный институт
сердечно-сосудистой хирургии им. Н.М. Амосова
НАМН Украины, г. Киев, Украина.

<https://orcid.org/0000-0002-2851-5589>

Лазоришинец Василий Васильевич, академик
НАМН Украины, д.м.н., профессор, Националь-
ный институт сердечно-сосудистой хирургии
им. Н.М. Амосова НАМН Украины, г. Киев, Укра-
ина.

<https://orcid.org/0000-0002-1748-561X>

Информация о статье

Поступила 4 марта 2020 г.

Принята в печать 15 марта 2021 г.

Доступна на сайте 1 мая 2021 г.

Address for correspondence

03038, Ukraine. Kiev,
N.M.Amosov St., 6,
Amosov National Institute of Cardiovascular
Surgery of NAMS of Ukraine,
Department of Anaesthesiology,
Intensive Care and Mechanical blood circulation
tel.+308684859774,
e-mail: gumenyuk2007@ukr.net,
Gumenyuk Bogdan N.

Information about the authors

Gumenyuk Bogdan N., MD, Senior Research Fellow
Department of Anaesthesiology, Intensive care and
Blood Circulation. Amosov National Institute of Cardio-
Vascular Surgery NAMS Ukraine, Kiev, Ukraine.

<https://orcid.org/0000-0002-7954-4769>

Popov Vladimir V., MD, Head of the Department of
Surgery for Acquired Heart Disease, Amosov National
Institute of Cardio-Vascular Surgery NAMS Ukraine,
Kiev, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-2851-5589>

Lazoryshynetz Vasiliy V., Academician of NAMS
of Ukraine, MD, Professor, Amosov National
Institute of Cardio-Vascular Surgery NAMS Ukraine,
Kiev, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-1748-561X>

Article history

Arrived: 4 March 2020

Accepted for publication: 15 March 2021

Available online: 1 May 2021