

Ретроспективное исследование результатов внутривенного использования железа карбоксимальтозата в короткие сроки перед кардиохирургическими вмешательствами

А.В. Степин✉

ГБУЗ СО «Научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи "Уральский институт кардиологии"», Екатеринбург, Россия

Аннотация

Цель. Оценить результаты внутривенного использования железа карбоксимальтозата (ЖКМ) в короткие сроки перед кардиохирургическими вмешательствами у пациентов с дефицитом железа.

Материалы и методы. В ретроспективное исследование включены данные историй болезни 113 пациентов с дефицитом железа, которым проведено кардиохирургическое вмешательство. Всех пациентов разделили на две группы в зависимости от наличия ($n=60$) или отсутствия ($n=53$) анемии в предоперационном периоде. Рассмотрено влияние инфузии ЖКМ на уровень гемоглобина (Hb), ферритина, потребность в переливании эритроцитсодержащих компонентов крови, продолжительность послеоперационного периода, летальность и осложнения.

Результаты. После инфузии ЖКМ в группе 1 отмечено увеличение уровня ферритина в среднем до $536,3 \pm 150,4$ нг/мл, в группе 2 – до $640,6 \pm 231,5$ нг/мл ($p=0,7$). Увеличение уровня Hb после инфузии ЖКМ в группе 1 составило в среднем $5,1 \pm 3,2$ г/л, в группе 2 – $3,5 \pm 5,0$ г/л ($p=0,0428$). В послеоперационном периоде пациентам группы 1 перелито в среднем $0,08 \pm 0,3$ дозы эритроцитсодержащих компонентов против $0,1 \pm 0,5$ дозы в группе 2 ($p=0,97$). Летальных исходов не зафиксировано. Продолжительность лечения в отделении реанимации и общая продолжительность послеоперационного периода в обеих группах достоверно не отличались. Хирургические кровотечения зафиксированы у 3 (5%) пациентов в группе 1 и у 2 (3,7%) человек в группе 2 ($p=0,372$). Инфекционные осложнения выявлены у 1 пациента в каждой группе ($p=0,93$).

Заключение. Использование однократной инфузии ЖКМ в короткие сроки перед кардиохирургическими вмешательствами позволяет эффективно восстанавливать концентрацию ферритина и увеличивать уровень Hb у кардиохирургических пациентов с анемией и без нее, не влияя на риск развития инфекционных осложнений и летального исхода.

Ключевые слова: дефицит железа, кардиохирургия, железа карбоксимальтозат, железодефицитная анемия, гемотрансфузии

Для цитирования: Степин А.В. Ретроспективное исследование результатов внутривенного использования железа карбоксимальтозата в короткие сроки перед кардиохирургическими вмешательствами. Consilium Medicum. 2025;27(1):26–31. DOI: 10.26442/20751753.2025.1.203186

© ООО «КОНСИЛИУМ МЕДИКУМ», 2025 г.

ORIGINAL ARTICLE

A retrospective study of the results of intravenous use of iron carboxymaltosate in a short period of time before cardiac surgery

Artem V. Stepin✉

Ural Institute of Cardiology, Ekaterinburg, Russia

Abstract

Aim. To evaluate the results of intravenous use of iron carboxymaltosate in the short term before cardiac surgery in patients with iron deficiency.

Materials and methods. The retrospective study included data from the medical records of 113 patients with iron deficiency who underwent cardiac surgery. All patients were divided into two groups depending on the presence (60 people) or absence (53 people) of anemia in the preoperative period. The effect of iron carboxymaltosate infusion on the level of hemoglobin (Hb), ferritin, the need for transfusion of erythrocyte-containing blood components, the duration of the postoperative period, mortality and complications was analyzed.

Results. After iron carboxymaltosate infusion, an increase in ferritin levels was noted in group 1 to an average of 536.3 ± 150.4 ng/ml, in group 2 – 640.6 ± 231.5 ng/ml ($p=0.7$). The increase in Hb levels after iron carboxymaltosate infusion in group 1 averaged 5.1 ± 3.2 g/l, in group 2 – 3.5 ± 5.0 g/l ($p=0.0428$). In the postoperative period group 1 patients received an average of 0.08 ± 0.3 doses of erythrocyte-containing blood components versus 0.1 ± 0.5 doses in group 2 ($p=0.97$). No deaths were recorded. The duration of treatment in the intensive care unit and the total duration of the postoperative period in both groups did not significantly differ. Surgical bleeding was recorded in 3 patients (5%) of group 1 and 2 patients (3.7%) of group 2 ($p=0.372$). Infectious complications were detected in 1 patient in each group ($p=0.93$).

Conclusion. The use of a single infusion of iron carboxymaltosate in a short time before cardiac surgery makes it possible to effectively restore ferritin concentration and increase Hb levels in cardiac surgery patients with and without anemia, without affecting the risk of infectious complications and death.

Keywords: iron deficiency, cardiac surgery, iron carboxymaltosate, iron deficiency anemia, blood transfusion

For citation: Stepin AV. A retrospective study of the results of intravenous use of iron carboxymaltosate in a short period of time before cardiac surgery. Consilium Medicum. 2025;27(1):26–31. DOI: 10.26442/20751753.2025.1.203186

Информация об авторе / Information about the author

✉ **Степин Артем Вячеславович** – д-р мед. наук, зав. отд.-нием кардиохирургии, врач-хирург сердечно-сосудистый ГБУЗ СО «НПЦ СВМП "Уральский институт кардиологии"». E-mail: arstepin@me.com

✉ **Artem V. Stepin** – D. Sci. (Med.), Ural Institute of Cardiology. E-mail: arstepin@me.com; ORCID: 0000-0002-0104-2777

Введение

Анемия является независимым фактором риска неблагоприятных исходов в кардиохирургии, увеличивая риск осложнений, в том числе фатальных, удлиняя продолжительность лечения, а также снижая качество жизни пациентов в отдаленном периоде [1–5].

Всемирная организация здравоохранения определяет анемию как снижение концентрации гемоглобина (Hb) <130 г/л у мужчин и <120 г/л у женщин, однако недавнее международное экспертное заключение рекомендует рассматривать в качестве целевого уровня Hb ≥130 г/л у всех пациентов, которые подвергаются крупным хирургическим вмешательствам, вне зависимости от их пола [1–3].

Наиболее распространенной причиной анемии у больных, которым предстоит кардиохирургическое вмешательство, является дефицит железа (ДЖ) [1–6]. Сам по себе ДЖ также может оказывать негативное влияние на результаты операций на открытом сердце даже при нормальных показателях Hb [1–6]. Выделяют относительный и абсолютный ДЖ, критерии определения которого в различных источниках варьируют [1–6]. Уменьшение концентрации такого основного внутриклеточного депо железа, как ферритин, <10–20 мкг/л, а также коэффициента насыщения трансферрина железом (КНТЖ) <20% обычно принимается за признак абсолютного ДЖ [2]. Функциональный ДЖ возникает при снижении его доступности на фоне повышенной концентрации гепсидина, экспрессия которого зависит от уровня цитокинов, например интерлейкина-6 [6]. Снижение КНТЖ <20% и концентрации ферритина <100 мкг/л в настоящее время считается признаком функционального ДЖ, при этом корпускулярные индексы, к которым относятся средний объем эритроцита и среднее содержание Hb в эритроците, часто остаются неизменными [1–3, 6].

Существующие протоколы периоперационной профилактики анемии и ДЖ в кардиохирургии помимо ферритина и Hb могут учитывать другие факторы, например КНТЖ, С-реактивный белок, различные показатели общего анализа крови, уровни витамина B₁₂ и фолиевой кислоты, функцию почек и щитовидной железы, выполняющих при этом второстепенную роль [6–9].

Внутривенные формы железа карбоксимальтозата (ЖКМ) позволяют быстро корригировать ДЖ [1, 3], однако его эффективность при использовании непосредственно перед кардиохирургическими вмешательствами недостаточно изучена.

Цель исследования – оценка результатов внутривенного использования ЖКМ в короткие сроки перед кардиохирургическими вмешательствами у пациентов с ДЖ.

Материалы и методы

Ретроспективное одноцентровое исследование выполнено на базе отделения кардиохирургии ГБУЗ СО «НПЦ СВМП “Уральский институт кардиологии”» г. Екатеринбург. В исследование включены данные историй болезни 113 пациентов, оперированных на открытом сердце за 2022–2024 гг. Все пациенты разделены на две группы. В группу 1 включены 60 пациентов с анемией в предоперационном периоде. Анемия идентифицирована при уровне Hb <130 г/л вне зависимости от пола. В группу 2 включены 53 пациента без анемии. ДЖ идентифицирован в случае выявления ферритина <100 мкг/л. Протокол назначения ЖКМ представлен на рис. 1. Инфузию ЖКМ осуществляли за 1–3 дня до операции.

Предоперационные характеристики пациентов представлены в табл. 1. Обе группы сопоставимы по основным факторам риска и видам выполняемых вмешательств.

В процессе исследования идентифицированы следующие переменные: уровень Hb при поступлении, после инфузии ЖКМ, в первые сутки после операции, а также непосредственно перед выпиской, уровень ферритина до

Рис. 1. Протокол назначения и дозирования ЖКМ у кардиохирургических больных.

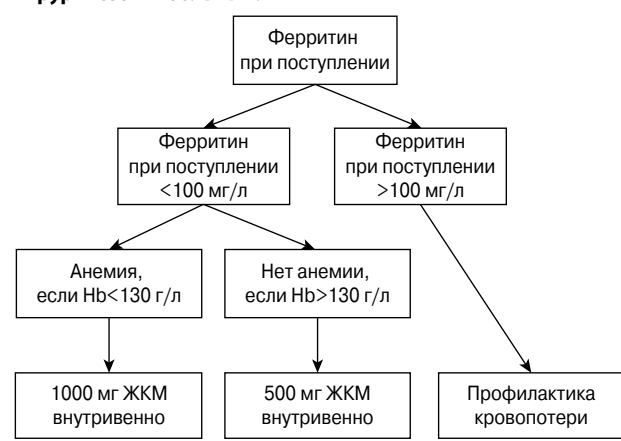


Таблица 1. Предоперационные характеристики пациентов групп 1 и 2

Показатель	Группа 1	Группа 2	p
Всего	60	53	
Возраст, годы	66,6±9,7	64,5±9,5	0,23
Мужской пол, абс. (%)	30 (50)	30 (56,6)	0,48
Площадь поверхности тела, м ²	29,6±4,0	29±4,2	0,43
Еврокор II	2,8±1,5	2,6±0,9	0,39
Фракция изгнания левого желудочка (среднее значение)	45,8±12,1	46,1±11,1	0,89
Сохранена, абс. (%)	21 (35)	19 (35,8)	0,9
Умеренно снижена, абс. (%)	24 (40)	20 (37,7)	0,8
Снижена значительно, абс. (%)	15 (25)	14 (26,4)	0,86
Функциональный класс NYHA (среднее значение), абс. (%)	2,4±0,6	2,6±0,7	0,1
II	37 (61,7)	24 (45,2)	0,08
III	20 (33,3)	22 (41,5)	0,3
IV	3 (5)	5 (9,4)	0,35
Креатинин, ммоль/л	90,22±25,7	95,2±25,8	0,3
Вид вмешательства, абс. (%)			
Врожденные, приобретенные пороки, опухоли сердца	10 (16,7)	9 (16,9)	0,96
Коронарное шунтирование	30 (50)	21 (39,6)	0,26
Хирургическое лечение сердечной недостаточности	20 (33,3)	23 (43,4)	0,27

Примечание. NYHA (New York Heart Association) – Нью-Йоркская кардиологическая ассоциация.

и после инфузии ЖКМ, продолжительность лечения в отделении реанимации, продолжительность послеоперационного койко-дня, потребность в заместительных трансфузиях эритроцитосодержащих компонентов крови (ЭСК), инфекционные осложнения, респиратории по поводу хирургического кровотечения, госпитальная летальность.

Протокол гемостатической терапии в периоперационном периоде был одинаковым у всех пациентов, включая введение транексамовой кислоты до 5 г, во время (2 г) и после операции (3 г), использование реинфузии крови (селсейвера) во время операции. Показания к заместительным гемотрансфузиям определяли при уровне Hb <90 г/л в условиях нестабильной гемодинамики, а также при уровне Hb <80 г/л в условиях стабильной гемодинамики, с переливанием 1 единицы ЭСК.

Статистический анализ

Описание категориальных признаков представлено в виде абсолютных и относительных частот встречаемости (абс., %), количественных признаков, не соответствующих нормальному закону, и порядковых признаков – в виде средней и стандартного отклонения. Сравнение двух не-

Таблица 2. Динамика показателей Hb, ферритина и потребность в переливании ЭСК у пациентов групп 1 и 2

Показатель	Группа 1	Группа 2	p
Всего	60	53	
Hb, г/л			
До инфузии	117,2±8,9	139,2±7,7	0,0001
После инфузии	122,2±9,7	142,7±7,4	0,0001
В первые сутки после операции	99,5±10,5	113,1±12,3	0,0001
Перед выпиской	109,4±9,9	124,2±14,7	0,0001
Изменения Hb, г/л			
До инфузии – после инфузии	5,1±3,2	3,5±5,0	0,0428
После инфузии/первые сутки	22,7±11	29,7±13	0,0025
В первые сутки после операции – перед выпиской	10,2±18,3	11,2±8,8	0,8637
Ферритин			
До инфузии	28±15,4	46,1±52,9	0,7301
После инфузии	536,3±150,4	640,6±231,5	0,7001
Гемотрансфузии			
Перелито ЭСК	0,08±0,3	0,1±0,5	0,9727
0 доз	56	51	0,5
Пациентов с гемотрансфузиями (всего доз)	4 (5)	2 (6)	0,5
1–2 дозы (всего доз)	4 (5)	0	0,06
Больше 2 доз (всего доз)	0	2 (6)	0,143

зависимых выборок по частоте встречаемости категориальных признаков выполняли при помощи хи-квадрата (в случае таблиц сопряженности 2×2 – с поправкой Йетса на непрерывность), а при наличии малых ожидаемых частот (менее 5) применяли точный критерий Фишера. При сравнении порядковых признаков использовали критерий Стьюдента.

Результаты

Концентрация Hb у пациентов в группе 2 была выше во всех точках исследования (табл. 2). Уровень ферритина до инфузии ЖКМ составил 28±15,4 г/л в группе 1 против 46,1±52,9 в группе 2, различия недостоверны ($p=0,73$). После инфузии ЖКМ в группе 1 отмечено увеличение уровня ферритина в среднем в 19 раз (536,3±150,4; $p=0,0001$), в группе 2 – в 14 раз (640,6±231,5; $p=0,0001$), при этом показатели ферритина после инфузии оказались сопоставимыми в обеих группах ($p=0,7$).

Увеличение уровня Hb отмечали у подавляющего большинства пациентов обеих групп (табл. 2). В группе 1 этот рост составил в среднем 5,1±3,2 мг (117,2±8,9 мг до инфузии против 122,2±9,7 мг после инфузии; $p=0,0039$), в группе 2 – 3,5±5,0 мг (139,2±7,7 мг до инфузии против 142,7±7,4 мг после инфузии; $p=0,0188$). Увеличение уровня Hb после инфузии ЖКМ в группе пациентов с анемией оказалось достоверно выше ($p=0,0428$).

Уровень Hb у пациентов группы 1 в первые сутки после операции оказался достоверно меньше по сравнению с пациентами группы 2 (22,7±11 мг против 29,7±13 мг; $p=0,0025$).

В послеоперационном периоде пациентам группы 1 перелито 5 доз ЭСК, группы 2 – 6 доз ЭСК (в среднем на одного человека 0,08±0,3 против 0,1±0,5; $p=0,97$). При этом 4 пациентам группы 1 проведена трансфузия 1–2 доз ЭСК, а 2 больным группы 2 – трансфузия 3 доз ЭСК, различия статистически недостоверны (табл. 2). Потребность в гемотрансфузиях была связана с хирургическими кровотечениями у 3 человек группы 1 (75% всех случаев) и у 2 пациентов группы 2 (100% всех случаев).

Продолжительность лечения в отделении реанимации и общая продолжительность послеоперационного периода в обеих группах достоверно не отличались (табл. 3). Хирургические кровотечения с потребностью в реэксплорации

Таблица 3. Показатели продолжительности лечения, ЛИ и осложнений у пациентов групп 1 и 2

Показатель	Группа 1	Группа 2	p
Всего	60	53	
Продолжительность лечения в ПОП ПИТ, дни	2,2±2,1	2,1±2,4	0,815
Продолжительность послеоперационного периода, дни	8,3±3,5	7,3±2,7	0,095
Хирургические кровотечения, абс. (%)	3 (5)	2 (2,6)	0,372
ИСМП, абс. (%)	1 (1,6)	1 (1,8)	0,93
Госпитальная летальность, абс. (%)	0 (0)	0 (0)	1

Примечание. ПОП ПИТ – послеоперационная палата интенсивной терапии, ИСМП – инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи.

и трансфузии ЭСК зафиксированы у 3 (5%) пациентов группы 1 и у 2 (3,7%) человек группы 2 ($p=0,372$). Глубокие формы инфекций области хирургического вмешательства зафиксированы у 1 пациента в каждой группе (см. табл. 3).

Летальных исходов (ЛИ) на госпитальном этапе в обеих группах не зафиксировано.

Обсуждение

Использование определения анемии, предлагаемого Всемирной организацией здравоохранения, подразумевает изучение дискретных значений, однако негативное влияние анемии на исход лечения сильно зависит от ее тяжести [1–7], поэтому мы также анализировали непрерывные показатели концентрации Hb и ферритина. В нашем исследовании половую дифференциацию при выявлении анемии не проводили, т.к. по данным ряда предыдущих публикаций концентрация Hb 120–130 г/л у женщин может ассоциироваться с неблагоприятными результатам лечения [1–3].

В нашем исследовании ЖКМ вводили в виде однократной инфузии в срок 1–3 дня перед оперативным лечением. Если кратность назначения ЖКМ в кардиохирургии в настоящее время не вызывает сомнений, то оптимальное время инфузии внутривенного железа остается предметом дискуссий [10–14]. Наши данные подтверждаются результатами D. Spahn и соавт. (2019 г.), также продемонстрировавших эффективность однократной дозы ЖКМ непосредственно перед кардиохирургическими вмешательствами [14].

Наши данные о значимом увеличении концентрации ферритина при применении внутривенного железа подтверждаются результатами других исследований [10–37]. Приведенный эффект обнаруживается у кардиохирургических пациентов, в том числе при незначимом изменении концентрации Hb [10, 12, 14, 16, 18, 31–33, 35]. Полученные данные подтверждаются результатами систематических обзоров, исследованиями в популяциях некардиохирургических и нехирургических пациентов [1, 2, 8, 11, 6, 7, 15, 17, 19, 22–25, 27, 28, 38, 39]. По данным ряда исследований, динамика других показателей, характеризующих относительный и абсолютный ДЖ (КНТЖ и концентрация сывороточного железа), при использовании внутривенного железа имеет сопоставимый с ферритином профиль [10, 12, 14, 16, 18].

В нашем исследовании увеличение уровня Hb после инфузии ЖКМ составило 5,1±3,2 г/л у пациентов с ЖДА и 3,5±5,0 у людей без анемии ($p<0,05$), что соответствует другим данным [10, 12, 14, 16, 30, 34, 36]. По результатам метаанализа, выполненного E. Liton и соавт. (2013 г.), использование внутривенных форм железа в предоперационном периоде эффективно восстанавливает уровень Hb по сравнению с пероральными формами (на 7 г/л, 95% доверительный интервал – ДИ 5–8 г/л) [22]. В исследовании M. Cladellas и соавт. (2012 г.) показано, что использование внутривенных препаратов железа у пациентов с анемией позволяет увеличить уровень Hb в среднем на 14,2±1 г/л [30], а по данным C. Evans и соавт. (2021 г.) – на 17 г/л (95% ДИ 13–21 г/л) [32]. В многоцентровом исследовании,

выполненном А. Klein и соавт. (2020 г.), использование внутривенного железа приводило к увеличению уровня Hb в среднем на 8,4 г/л (95% ДИ 5,0–11,8 г/л; $p < 0,001$) [34]. По данным Н. Padmanabhan и соавт. (2018 г.), внутривенная форма ЖКМ увеличивает концентрацию Hb в среднем на 1,0 г/л (95% ДИ -3,3–7,3 г/л) [35]. Такая волатильность может быть связана с организацией предоперационной подготовки и ее продолжительностью, в том числе со сроками между инфузией ЖКМ и оперативным лечением [35].

По нашим данным, у 93% пациентов в группе 1 и у 94% человек в группе 2 переливание ЭСК не потребовалось ($p = 0,97$). Практически во всех случаях гемотрансфузии были связаны с развитием хирургических кровотечений. Приведенные результаты подтверждаются данными многочисленных исследований, в которых продемонстрировано снижение потребности в аллогенных гемотрансфузиях после коррекции ДЖ [14, 22, 30, 32, 36]. D. Spahn и соавт. (2019 г.) также указывают на снижение потребности в трансфузиях других компонентов крови после коррекции ДЖ в предоперационном периоде [14]. Необходимо отметить, что потребность в переливаниях ЭСК может определяться выбором трансфузионной стратегии и исходной концентрацией Hb [3, 19, 21, 25, 30, 36].

По нашим данным, использование ЖКМ в предоперационном периоде имеет высокую степень безопасности и не влияет на развитие ЛИ или инфекционных осложнений, количество которых было крайне низким (см. табл. 3), что подтверждают результаты других исследований, продемонстрировавших сопоставимую безопасность использования внутривенных форм железа с плацебо и пероральными формами [10, 16, 30, 32, 33, 37]. Продолжительность лечения в отделении интенсивной терапии и общая продолжительность послеоперационного периода у наших пациентов оказались сопоставимыми с другими работами [30, 36]. Результаты современных исследований подтверждают данные о том, что внедрение в клиническую практику ЖКМ позволяет практически нивелировать вероятность развития инфекций области хирургического вмешательства или других госпитальных инфекций, часто регистрировавшихся при использовании декстранов [8, 12, 14, 25, 28, 30, 36–38].

Заключение

Использование однократной инфузии ЖКМ в короткие сроки перед кардиохирургическими вмешательствами позволяет эффективно восстанавливать концентрацию ферритина и увеличивать уровень Hb у кардиохирургических пациентов с анемией и без нее, не влияя на риск развития инфекционных осложнений и ЛИ.

Раскрытие интересов. Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure of interest. The author declares that he has no competing interests.

Вклад автора. Автор декларирует соответствие своего авторства международным критериям ICMJE.

Author's contribution. The author declares the compliance of his authorship according to the international ICMJE criteria.

Источник финансирования. Автор декларирует отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Funding source. The author declares that there is no external funding for the exploration and analysis work.

Информированное согласие на публикацию. Пациенты подписали форму добровольного информированного согласия на публикацию медицинской информации.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

Соответствие принципам этики. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом ГБУЗ СО «НПЦ СВМП “Уральский институт кардиологии”» (протокол №4 от 15.02.2024). Одобрение и процедуру проведения протокола получали по принципам Хельсинкской конвенции.

Ethics approval. The study was approved by the local ethics committee of Ural Institute of Cardiology (protocol №4 dated 15.02.2024). The approval and procedure for the protocol were obtained in accordance with the principles of the Helsinki Convention.

Литература/References

1. Гарганеева А.А., Тукиш О.В., Кужелева Е.А., и др. Дефицит железа у пациентов кардиохирургического профиля и возможности его коррекции на этапе предоперационной подготовки. *Кардиология*. 2023;63(7):68-76 [Garganeeva AA, Tukish OV, Kuzheleva EA, et al. Iron deficiency in cardiac surgery patients and the possibility of its correction at the preoperative stage. *Kardiologia*. 2023;63(7):68-76 (in Russian)]. DOI:10.18087/cardio.2023.7.n2471
2. Clevenger B, Richards T. Pre-operative anaemia. *Anaesthesia*. 2015;70(Suppl. 1):20-8, e6-8. DOI:10.1111/anae.12918
3. Купряшов А.А., Самуилова О.В., Самуилова Д.Ш. Бережное отношение к крови больного как приоритетная стратегия в кардиохирургии. *Гематология и трансфузиология*. 2021;66(3):395-416 [Kupryashov AA, Samuilova OV, Samuilova DSh. Optimal blood management as priority route in cardiac surgery. *Russian Journal of Hematology and Transfusiology*. 2021;66(3):395-416 (in Russian)]. DOI:10.35754/0234-5730-2021-66-3-395-416
4. Юдин Г.В., Рыбка М.М., Хинчагов Д.Я., и др. Анемия как фактор риска дисфункции внутренних органов у больных, оперируемых по поводу приобретенных пороков сердца. *Кардиология*. 2021;61(4):39-45 [Yudin GV, Rybka MM, Khinchagov DY, et al. Anemia as a Risk Factor for Organ Dysfunctions in Patients Operated on Heart Valves. *Kardiologiya*. 2021;61(4):39-45 (in Russian)]. DOI:10.18087/cardio.2021.4.n1596
5. Калюта Т.Ю., Кажехин О.А., Ильясова Т.А., Коченкова О.В. Прогностическое значение анемического синдрома у плановых хирургических пациентов (обзор литературы). *Актуальные проблемы медицины*. 2020;43(1):165-75 [Kalyuta TY, Kazhekin OA, Ilyasova TA, Kochenkova OV. Prognostic value of anemic syndrome in surgical patients with elective surgery (review of literature). *Challenges in Modern Medicine*. 2020;43(1):165-75 (in Russian)].
6. Richards T, Breyman C, Brookes MJ, et al. Questions and answers on iron deficiency treatment selection and the use of intravenous iron in routine clinical practice. *Ann Med*. 2021;53(1):274-85. DOI:10.1080/07853890.2020.1867323
7. Gupta S, Panchal P, Gilotra K, et al. Intravenous iron therapy for patients with preoperative iron deficiency or anaemia undergoing cardiac surgery reduces blood transfusions: a systematic review and meta-analysis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2020;31(2):141-51. DOI:10.1093/icvts/ivaa094
8. Muñoz M, Acheson AG, Auerbach M, et al. International consensus statement on the peri-operative management of anaemia and iron deficiency. *Anaesthesia*. 2017;72(2):233-47. DOI:10.1111/anae.13773
9. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, et al. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J*. 2021;42(36):3599-726. DOI:10.1093/eurheartj/ehab368
10. Nugara C, Vitale G, Caccamo G, et al. Effect of intravenous iron replacement therapy on exercise capacity in iron deficient anemic patients after cardiac surgery. *Monaldi Arch Chest Dis*. 2020;90(1). DOI:10.4081/monaldi.2020.1196
11. Gurusamy KS, Nagendran M, Broadhurst JF, et al. Iron therapy in anaemic adults without chronic kidney disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;2014(12):CD010640. DOI:10.1002/14651858.CD010640.pub2
12. Xu H, Duan Y, Yuan X, et al. Intravenous Iron Versus Placebo in the Management of Postoperative Functional Iron Deficiency Anemia in Patients Undergoing Cardiac Valvular Surgery: A Prospective, Single-Blinded, Randomized Controlled Trial. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2019;33(11):2941-98. DOI:10.1053/j.jvca.2019.01.063
13. Steinbicker AU. Role of anesthesiologists in managing perioperative anemia. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2019;32(1):64-71. DOI:10.1097/ACO.0000000000000671
14. Spahn DR, Schoenrath F, Spahn GH, et al. Effect of ultra-short-term treatment of patients with iron deficiency or anaemia undergoing cardiac surgery: a prospective randomised trial. *Lancet*. 2019;393(10187):2201-22. DOI:10.1016/S0140-6736(18)32555-8
15. Ponikowski P, Kirwan BA, Anker SD, et al. Ferric carboxymaltose for iron deficiency at discharge after acute heart failure: a multicentre, double-blind, randomised, controlled trial. *Lancet*. 2020;396(10266):1895-904. DOI:10.1016/S0140-6736(20)32339-4
16. Venturini E, Iannuzzo G, Di Lorenzo A, et al. Short-term treatment of iron deficiency anemia after cardiac surgery. *Int J Cardiol Heart Vasc*. 2022;40:101038. DOI:10.1016/j.ijcha.2022.101038
17. Lyseng-Williamson KA, Keating GM. Ferric carboxymaltose: a review of its use in iron-deficiency anaemia. *Drugs*. 2009;69(6):739-56. DOI:10.2165/00003495-200969060-00007
18. Brautaset Englund KV, Østby CM, Rolid K, et al. Intravenous iron supplement for iron deficiency in cardiac transplant recipients (IronIC): A randomized clinical trial. *J Heart Lung Transplant*. 2021;40(5):359-67. DOI:10.1016/j.healun.2021.01.1390

19. Dhir A, Tempe DK. Anemia and Patient Blood Management in Cardiac Surgery-Literature Review and Current Evidence. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2018;32(6):2726-72. DOI:10.1053/jjvca.2017.11.043
20. Patel NN, Avlonitis VS, Jones HE, et al. Indications for red blood cell transfusion in cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Haematol*. 2015;2(12):e543-53. DOI:10.1016/S2352-3026(15)00198-2
21. Carson JL, Stanworth SJ, Dennis JA, et al. Transfusion thresholds for guiding red blood cell transfusion. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;12(12):CD002042. DOI:10.1002/14651858.CD002042.pub5
22. Litton E, Xiao J, Ho KM. Safety and efficacy of intravenous iron therapy in reducing requirement for allogeneic blood transfusion: systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *BMJ*. 2013;347:f4822. DOI:10.1136/bmj.f4822
23. Ionescu A, Sharma A, Kundnani NR, et al. Intravenous iron infusion as an alternative to minimize blood transfusion in peri-operative patients. *Sci Rep*. 2020;10(1):18403. DOI:10.1038/s41598-020-75535-2
24. Elhenawy AM, Meyer SR, Bagshaw SM, et al. Role of preoperative intravenous iron therapy to correct anemia before major surgery: a systematic review and meta-analysis. *Syst Rev*. 2021;10(1):36. DOI:10.1186/s13643-021-01579-8
25. Tankard KA, Park B, Brovman EY, et al. The Impact of Preoperative Intravenous Iron Therapy on Perioperative Outcomes in Cardiac Surgery: A Systematic Review. *J Hematol*. 2020;9(4):97-108. DOI:10.14740/jh696
26. Quarterman C, Shaw M, Hughes S, et al. Anaemia in cardiac surgery – a retrospective review of a centre's experience with a pre-operative intravenous iron clinic. *Anaesthesia*. 2021;76(5):629-38. DOI:10.1111/anae.15271
27. Myles PS, Richards T, Klein A. Preoperative intravenous iron for cardiac surgery. *Lancet*. 2020;396(10266):1883-4. DOI:10.1016/S0140-6736(20)32406-5
28. Muñoz M, Gómez-Ramírez S, Rondinelli MB, Weltert L. Preoperative intravenous iron for cardiac surgery. *Lancet*. 2020;396(10266):1884. DOI:10.1016/S0140-6736(20)32407-7
29. Task Force on Patient Blood Management for Adult Cardiac Surgery of the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) and the European Association of Cardiothoracic Anaesthesiology (EACTA), Boer C, Meesters MI, et al. 2017 EACTS/EACTA Guidelines on patient blood management for adult cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2018;32(1):88-120. DOI:10.1053/jjvca.2017.06.026
30. Cladellas M, Farré N, Comín-Colet J, et al. Effects of preoperative intravenous erythropoietin plus iron on outcome in anemic patients after cardiac valve replacement. *Am J Cardiol*. 2012;110(7):1021-6. DOI:10.1016/j.amjcard.2012.05.036
31. Garrido-Martín P, Nassar-Mansur MI, de la Llana-Ducros R, et al. The effect of intravenous and oral iron administration on perioperative anaemia and transfusion requirements in patients undergoing elective cardiac surgery: a randomized clinical trial. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2012;15(6):1013-8. DOI:10.1093/icvts/ivs344
32. Evans CR, Jones R, Phillips G, et al. Observational study of pre-operative intravenous iron given to anaemic patients before elective cardiac surgery. *Anaesthesia*. 2021;76(5):639-46. DOI:10.1111/anae.15396
33. Johansson PI, Rasmussen AS, Thomsen LL. Intravenous iron isomaltoside 1000 (Monofer®) reduces postoperative anaemia in preoperatively non-anaemic patients undergoing elective or sub-acute coronary artery bypass graft, valve replacement or a combination thereof: a randomized double-blind placebo-controlled clinical trial (the PROTECT trial). *Vox Sang*. 2015;109(3):257-66. DOI:10.1111/vox.12278
34. Klein AA, Chau M, Yeates JA, et al. Preoperative intravenous iron before cardiac surgery: a prospective multicentre feasibility study. *Br J Anaesth*. 2020;124(3):243-50. DOI:10.1016/j.bja.2019.11.023
35. Padmanabhan H, Siau K, Nevill AM, et al. Intravenous iron does not effectively correct preoperative anaemia in cardiac surgery: a pilot randomized controlled trial. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*. 2018;28(3):447-54. DOI:10.1093/icvts/ivy226
36. Ranucci M, Pavesi M, Pistuddi V, Baryshnikova E. Preoperative Anemia Correction in Cardiac Surgery: A Propensity-Matched Study. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2021;35(3):874-81. DOI:10.1053/jjvca.2020.07.015
37. Peters F, Eveslage M, Gallitz I, et al. Post-Operative Iron Carboxymaltose May Have an Effect on Haemoglobin Levels in Cardiothoracic Surgical Patients on the ICU – an Observational Pilot Study about Anaemia Treatment with Intravenous Iron. *Transfus Med Hemother*. 2018;45(1):42-6. DOI:10.1159/000481143
38. Muñoz M, Gómez-Ramírez S, Besser M, et al. Current misconceptions in diagnosis and management of iron deficiency. *Blood Transfus*. 2017;15(5):422-37. DOI:10.2450/2017.0113-17
39. Banerjee S, McCormack S. Intravenous Iron Preparations for Patients Undergoing Elective Surgery: A Review of Clinical Effectiveness, Cost-Effectiveness, and Guidelines [Internet]. Ottawa (ON): Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health, 2019.
40. Auerbach M, Macdougall I. The available intravenous iron formulations: History, efficacy, and toxicology. *Hemodial Int*. 2017;21(Suppl. 1):S83-92. DOI:10.1111/hdi.12560

Статья поступила в редакцию / The article received: 10.02.2025

Статья принята к печати / The article accepted for publication: 25.03.2025



OMNIDOCUTOR.RU