

DOI: <https://doi.org/10.22263/2312-4156.2026.1.16>

Оценка метода гемоглобинового баланса при измерении кровопотери в кардиохирургии

Д.В. Осипенко¹, А.В. Марочков², В.В. Римащевский³, К.Н. Дорошевич¹, Г.Д. Осипенко⁴

¹Учреждение «Гомельский областной клинический кардиологический центр», г. Гомель, Республика Беларусь

²Учреждение здравоохранения «Могилёвская областная клиническая больница», г. Могилёв, Республика Беларусь

³Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Республика Беларусь

⁴Учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет», г. Гомель, Республика Беларусь

Вестник ВГМУ. – 2026. – Том 25, №1. – С. 16-22.

Evaluation of the hemoglobin balance method for measuring blood loss in cardiac surgery

D.V. Osipenko¹, A.V. Marochkov², V.V. Rimashevsky³, K.N. Doroshevich¹, G.D. Osipenko⁴

¹Gomel Regional Clinical Cardiology Center, Gomel, Republic of Belarus

²Mogilev Regional Clinical Hospital, Mogilev, Republic of Belarus

³Belarusian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus

⁴Gomel State Medical University, Gomel, Republic of Belarus

Vestnik VGMU. 2026;25(1):16-22.

Резюме.

В кардиохирургии точная оценка объёма кровопотери при операциях с искусственным кровообращением (ИК) является важной клинической задачей. Метод гемоглобинового баланса широко используется в научных исследованиях, однако его точность требует количественной оценки.

Цель – определить эффективность контроля кровопотери методом гемоглобинового баланса у пациентов при кардиохирургических вмешательствах с использованием искусственного кровообращения.

Материал и методы. Проспективное одноцентровое исследование 45 пациентов, перенесших кардиохирургическое вмешательство. Точность метода гемоглобинового баланса оценивалась путём сравнения с гравиметрическим методом. Анализ производился с использованием метода Бланда-Альтмана. Рассчитывались систематическое смещение (Bias) с 95% доверительным интервалом (ДИ) и 95% пределы согласия (LoA). Для оценки общей точности метода использовались средняя абсолютная ошибка (MAE) и средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE).

Результаты. Метод гемоглобинового баланса систематически завышает объём кровопотери на 271,3 мл (bias, 95% ДИ: от 151,2 до 391,4 мл). 95% пределы согласия составили от -703,6 до +1246,1 мл, что отражает высокую случайную ошибку. Средняя абсолютная ошибка (MAE) составила 438,8 мл, средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE) – 35,8%.

Заключение. Метод гемоглобинового баланса характеризуется статистически и клинически значимой систематической погрешностью и неприемлемо широкими пределами согласия, что исключает его использование для индивидуального клинического мониторинга. Данный метод может применяться в научных исследованиях при условии учёта его количественных характеристик погрешности.

Ключевые слова: кровопотеря, кардиохирургия, искусственное кровообращение, гемоглобиновый баланс, точность, погрешность, метод Бланда-Альтмана.

Abstract.

In cardiac surgery, accurate assessment of blood loss during cardiopulmonary bypass (CPB) is an important clinical task. The hemoglobin balance method is widely used in scientific research; however, its accuracy requires quantitative evaluation.

Objectives. To determine the effectiveness of hemoglobin balance monitoring in patients undergoing cardiac surgery using CPB.

Material and methods. A prospective, single-center study of 45 patients undergoing cardiac surgery. The accuracy of the hemoglobin balance method was assessed by comparison with the gravimetric method. The analysis was performed using the Bland-Altman method. Bias with 95% confidence intervals (CI) and 95% limits of agreement (LoA) were calculated. The mean absolute error (MAE) and mean absolute percentage error (MAPE) were used to assess the overall accuracy of the method.

Conclusions. The hemoglobin balance method is characterized by statistically and clinically significant systematic error and unacceptably wide limits of agreement, which precludes its use for individual clinical monitoring. This method can be used in scientific research, provided its quantitative error characteristics are taken into account.

Keywords: *blood loss, cardiac surgery, cardiopulmonary bypass, hemoglobin balance, accuracy, error, Bland-Altman method.*

Введение

Кардиохирургические вмешательства, выполняемые в условиях искусственного кровообращения (ИК), сопровождаются значительной периперационной кровопотерей. Точная оценка её объёма имеет критическое значение для планирования инфузионно-трансфузионной терапии и влияет на послеоперационные исходы [1, 2].

В настоящее время не существует универсального метода определения объёма кровопотери [3, 4]. В клинической практике наиболее часто применяются гравиметрический метод, считающийся достаточно точным, либо расчётные методики, основанные на определении изменения уровня гемоглобина или гематокрита [5].

Среди расчётных методов особое место занимает метод гемоглобинового баланса. Согласно данным наших предыдущих исследований, этот метод демонстрирует перспективные результаты, при этом оптимальный временной промежуток для его применения составляет 12-18 часов после операции [6, 7]. Однако точность метода гемоглобинового баланса при кардиохирургических вмешательствах с ИК демонстрирует значительную вариабельность и требует детальной количественной оценки, что и определило цель настоящего исследования.

Цель исследования – определить эффективность контроля кровопотери методом гемоглобинового баланса у пациентов при кардиохирургических вмешательствах с использованием искусственного кровообращения.

Материал и методы

За период с 01.01.2020. по 01.05.2025 нами проведено проспективное одноцентровое исследование, в которое было включено 45 пациентов обоего пола.

Критерии включения:

- 1) получение добровольного информированного согласия на обработку данных;
- 2) возраст участников старше 18 лет;
- 3) плановый характер кардиохирургической операции с использованием искусственного кровообращения (ИК) для коронарного шунтирования и/или коррекции клапанной патологии.

Критерии исключения:

- 1) экстренный или срочный характер вмешательства;
- 2) наличие хронической болезни почек со скоростью клубочковой фильтрации ниже 60 мл/мин;
- 3) уровень фибриногена в плазме крови менее 1,5 г/л;
- 4) прием ацетилсалициловой кислоты или клопидогреля в предшествующие операции 7 дней;
- 5) нестабильность гемодинамики и/или необходимость введения вазопрессорных и инотропных препаратов в течение 18 часов после поступления в отделение интенсивной терапии.

Всем пациентам были выполнены оперативные вмешательства двумя кардиохирургами через стандартный доступ – срединную стернотомию. При работе в условиях ИК поддерживался режим нормотермии с неппульсирующим потоком. Анти-

коагуляция обеспечивалась введением нефракционированного гепарина, который в дальнейшем нейтрализовался протамина сульфатом в пропорции 1 мг гепарина на 0,8 мг протамина.

Для анестезиологического обеспечения всем пациентам применяли общую многокомпонентную эндотрахеальную анестезию с искусственной вентиляцией легких (ИВЛ). Индукцию в анестезию осуществляли внутривенным введением фентанила в дозировке 1-3 мкг/кг, мидазолама в дозе 5-15 мг и пропофола – 1,5-2,5 мг/кг; миорелаксацию для проведения интубации трахеи достигали введением дитилина в дозе 1,5 мг/кг. После интубации ИВЛ проводили в режиме вентиляции по объёму с потоком газов 1 л/мин и концентрацией кислорода 35%. Поддержание анестезии до и после проведения ИК обеспечивали посредством ингаляции севофлурана в концентрации 0,5-1 МАК, в период проведения ИК анестезию поддерживали путём внутривенного титрования пропофола в дозировке 2–10 мг/кг/ч, анальгезию – инфузией фентанила со скоростью 5-10 мкг/кг/ч. Для обеспечения миорелаксации применяли болюсное введение ардуана либо атракурия в стандартных дозах.

С целью контроля кровопотери в послеоперационном периоде всем пациентам на 48 часов устанавливались перикардиальные и медиастинальные дренажи, подключённые к системе активной аспирации.

Основные демографические и периоперационные показатели представлены в таблице 1.

Параметры исследования регистрировали на трех этапах:

1-й этап – поступление в стационар;

2-й этап – сразу после перевода в отделение интенсивной терапии по завершении операции;

3-й этап – через 12-18 часов после хирургического вмешательства.

На 2-ом и 3-м этапах исследования регистри-

ровали частоту применения и объём компонентов крови, использованных у пациентов. Показания к трансфузии в данном исследовании были следующие:

1) эритроциты – явления анемического синдрома и уровень гемоглобина менее 80 г/л и/или уровень гематокрита менее 20%;

2) концентрат тромбоцитов – активное кровотечение и количество тромбоцитов менее $50\ 000 \times 10^9/\text{л}$;

3) свежзамороженная плазма (СЗП) – активное кровотечение и протромбиновое время более 1,5 контрольного значения;

4) криопреципитат – активное кровотечение и уровень фибриногена менее 1,5 г/л.

Оценку кровопотери производили гравиметрическим методом и методом гемоглобинового баланса.

Гравиметрическим методом общий объём кровопотери (мл) рассчитывали суммированием двух компонентов:

1. Интраоперационная кровопотеря, включающая объём крови в хирургическом материале (с учетом, что 1 г массы эквивалентен 1 мл объема крови); объём крови, аспирированной в ёмкость хирургического отсоса; объём остаточной крови в контуре аппарата ИК.

2. Послеоперационная кровопотеря (на 3-м этапе исследования), рассчитываемая как объём послеоперационного дренажного отделяемого, с коррекцией на показатель гематокрита.

Метод гемоглобинового баланса – расчётный объём кровопотери (мл) вычисляли с применением следующей формулы [8]:

Объём кровопотери = $1000 \times \text{Hb}(п) / \text{Hb}(и)$

$\text{Hb}(п) = \text{ОЦК} \times (\text{Hb}(и) - \text{Hb}(ф)) \times 0,001 + \text{Hb}(к)$,

где:

$\text{Hb}(и)$ – концентрация гемоглобина до операции,

г/л;

$\text{Hb}(п)$ – количество потерянного гемоглобина, г;

Таблица 1 – Общая характеристика пациентов $M \pm SD$, Me (Q1;Q3)

Параметр	Значение
Возраст, лет	61,4 ± 8,3
Масса, кг	85,2 ± 16,2
Рост, см	170,4 ± 7,7
Индекс массы тела	29,2 ± 4,7
Соотношение по полу (муж/жен)	35 / 10 (77,8% / 22,2%)
Тип операции (АКШ/клапанные/сочетанные), n	20 / 16 / 9 (44,4% / 35,6% / 20,0%)
Длительность операции, мин	305,0 (250,0; 340,0)
Длительность ИК, мин	117,0 (79,0; 133,0)

Таблица 2 – Динамика лабораторных показателей на этапах исследования $M \pm SD$, Me (Q1;Q3)

Параметр	1-й этап	2-й этап	3-й этап
Гемоглобин, г/л	135,9±14,2	103,6±11,9	104,5±11,1
Гематокрит, %	38,6±4,9	27,9±3,4	28,01±3,4
Эритроциты, $10^{12}/л$	4,5±0,5	3,4±0,5	3,4±0,6
Тромбоциты, $10^9/л$	179,0 (155,0; 229,0)	121,0 (107,5; 163,0)	119,0 (101,0;167,0)
Лейкоциты, $10^9/л$	7,7 (6,0; 8,6)	13,8 (10,8; 16,1)	12,0 (10,3;14,4)
Фибриноген, г/л	3,5 (3,16; 4,06)	3,1 (2,4; 3,5)	3,95 (3,4; 4,5)

Таблица 3 – Применение компонентов крови в периоперационный период Me (Q1; Q3)

Компонент крови	Частота применения, n (%)	Доза
Эритроциты	8 (17,8%)	597,5 (447,5; 615,5) мл
Свежезамороженная плазма	2 (4,4%)	900,0 мл
Криопреципитат	5 (11,1%)	10,0 (10; 12,0) доз

Примечание: частота применения указана для каждой трансфузионной среды; общее число случаев трансфузии превышает число пролеченных пациентов (10), так как 3 пациента получили более одного вида компонентов крови.

Hb(ф) – концентрация гемоглобина после операции, г/л;

Hb(к) – общее количество гемоглобина, полученного с трансфузией эритроцитов (при расчёте принимали, что одна доза эритроцитов имеет объём 250 мл и содержит 52±5,4 г гемоглобина);

ОЦК – объём циркулирующей крови пациента, рассчитанный с использованием формулы Надлера, л.

Все статистические расчёты выполнены с использованием языка программирования R версии 4.2.1. Анализ данных включал применение параметрических и непараметрических методов в зависимости от распределения переменных.

Непрерывные переменные с нормальным распределением представлены как среднее и стандартное отклонение ($M \pm SD$), переменные с ненормальным распределением – как медиана с межквартильным размахом (Me (Q1;Q3)). Дополнительно указаны минимальное и максимальное значения переменной (min; max). Нормальность распределения проверялась с помощью теста Шапиро-Уилка.

Сравнение методов гемоглобинового баланса с гравиметрическим методом производили с использованием методики Бланда-Альтмана. Рассчитывались систематическое смещение (Bias) с 95% доверительным интервалом (ДИ) и 95% пределы согласия (LoA). Для оценки общей точности метода использовались средняя абсолютная ошибка (MAE) и средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE). Различия между методами оценивались с помощью парного критерия Уилкоксона. Статистическая значимость устанавливалась при $p < 0,05$.

Результаты

Анализ лабораторных показателей (гемоглобин, гематокрит, эритроциты, тромбоциты) выявил однонаправленную динамику на этапах исследования (табл. 2). Наблюдалось статистически значимое снижение всех показателей на 2-м этапе исследования ($p < 0,0001$). На 3-м этапе величины оставались на достигнутом уровне без достоверных изменений ($p > 0,05$).

Компоненты крови на 2-м и 3-м этапах исследования применяли у 10 пациентов (22%). Частота применения и дозы использованных трансфузионных сред представлены в таблице 3.

Объемы периоперационной кровопотери, измеренные гравиметрическим методом и рассчитанные с помощью метода гемоглобинового баланса на 3-м этапе исследования, представлены в таблице 4. По данным гравиметрического метода, кровопотеря составила 21% (18%; 23%) от ОЦК с min и max значениями 9% и 37% соответственно. По данным метода гемоглобинового баланса, кровопотеря составила 28% (20%; 32%) от ОЦК с min и max значениями 8% и 45% соответственно.

При сравнении объема периоперационной кровопотери, определенного с помощью двух вышеописанных методов, выявлены статистически достоверные различия ($p < 0,001$; критерий Уилкоксона).

Метод Бланда-Альтмана, при сравнении гемоглобинового баланса и гравиметрического метода, продемонстрировал слабую согласованность (рис. 1).

Таблица 4 – Показатели периоперационной кровопотери на 3-м этапе исследования

Метод	Me (Q1; Q3)	M ± SD	min; max
Гравиметрический, мл	1010 (768; 1260)	1046±317	480; 1771
Гемоглобиновый баланс, мл	1234 (947; 1515)	1280±429	382; 2717

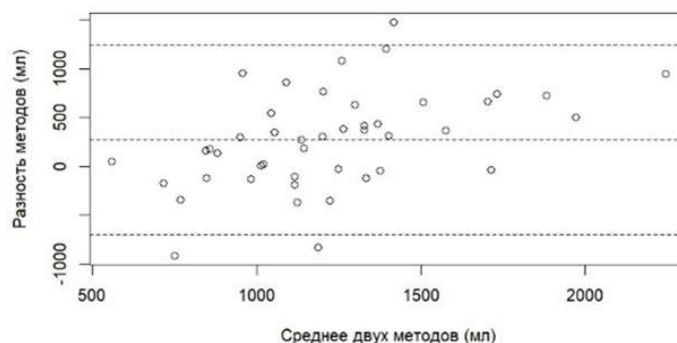


Рисунок 1 – График Бланда-Альтмана: метод гемоглобинового баланса и гравиметрический метод

Систематическая погрешность (Bias) объема кровопотери, рассчитанного с помощью формулы гемоглобинового баланса составляет +271,3 мл (95% ДИ: от 151,2 до 391,4 мл). Случайная погрешность (95% пределы согласия) метода составляет от -703,6 до +1246,1 мл. Средняя абсолютная ошибка (MAE) составила 438,8 мл; средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE) – 35,8%.

Летальных случаев за период госпитализации зарегистрировано не было.

Обсуждение

Половозрастные характеристики пациентов, а также параметры оперативных вмешательств в настоящем исследовании соответствуют данным, описанным в медицинской литературе [9, 10, 11].

Проведённое нами исследование представляет собой детальную количественную оценку точности метода гемоглобинового баланса при определении объема кровопотери у кардиохирургических пациентов. Оно показало систематическое превышение объемов кровопотери, оценённых на 3-м этапе (12-18 часов после операции) исследования при использовании формулы гемоглобинового баланса. Расчетный объем кровопотери в среднем превышал показатели, полученные гравиметрическим методом, на 271,3 мл.

Несоответствие между расчётными и гравиметрическими методами оценки кровопотери описано в наших предыдущих работах, а также другими авторами [6, 7]. В частности, Курашов

М.С. с соавторами отметили завышение интраоперационной кровопотери на 25,2%, а периоперационной – на 12,5% при использовании метода гемоглобинового баланса во время операций на открытом сердце по сравнению с гравиметрическим методом [12]. В систематическом обзоре A.D. Stoker et al. также констатируется факт завышения объёма кровопотери при применении формул, основанных на гематологических показателях [13]. Это согласуется с выводами М.Е. Врешер, который в своей работе привёл данные, согласно которым расчётная кровопотеря в среднем в 2,1 раза превышала интраоперационную кровопотерю, оценённую альтернативным методом [14]. В то же время, исследование А. Meunier, проведённое на донорах, установило, что метод разведения гемоглобина, напротив, может занижать реальную кровопотерю более чем на 30% при её объёме, составляющем примерно 10% от общего объёма крови [15].

Кроме того, в нашем исследовании установлено, что широкие пределы согласия по Бланда-Альтману при применении формулы гемоглобинового баланса в клинической практике означают, что для конкретного пациента кровопотеря может быть недооценена на 703,6 мл или переоценена на 1246,1 мл.

Полученный разброс пределов согласия не позволяет рекомендовать расчётный метод гемоглобинового баланса для принятия трансфузионных решений у конкретного пациента. Учитывая приемлемую среднюю точность на уровне группы пациентов, метод может быть использован

для ретроспективного анализа объёма периоперационной кровопотери в научно-практических работах.

Учитывая погрешность двух методов, для повышения точности оценки кровопотери в клинической практике, нам представляется рациональным комбинировать несколько различных методов. Данное предположение требует подтверждения в ходе дальнейших исследований.

Заключение

1. Определение кровопотери методом гемоглобинового баланса, в сравнении с гравиметрическим методом, демонстрирует превышение объёма кровопотери, оценённой через 12-18 часов после кардиохирургической операции на 271,3 мл (95% ДИ: 151,2 – 391,4 мл), с широкими пределами согласия от -703,6 до +1246,1 мл.

2. Метод гемоглобинового баланса может применяться с целью ретроспективного анализа объёма острой массивной кровопотери в случаях, когда применение гравиметрического метода затруднительно.

Литература

1. Management of severe perioperative bleeding: guidelines from the European Society of Anaesthesiology / S. A. Kozek-Langenecker, A. Afshari, P. Albaladejo [et al.] // European journal of anaesthesiology. 2013 Jun. Vol. 30, № 6. P. 270–382. DOI: 10.1097/EJA.0b013e32835f4b5b
2. Liberal or restrictive transfusion after cardiac surgery / G. J. Murphy, K. Pike, C. A. Rogers [et al.] // The New England journal of medicine. 2015 Mar. Vol. 372, № 11. P. 997–1008. DOI: 10.1056/NEJMoa1403612
3. Brecher, M. E. A standardized method for calculating blood loss / M. E. Brecher, T. Monk, L. T. Goodnough // Transfusion. 1997 Oct. Vol. 37, № 10. P. 1070–1074. DOI: 10.1046/j.1537-2995.1997.371098016448.x
4. Comparison of clinical information gained from routine blood-gas analysis and from gastric tonometry for intramural pH / O. Boyd, C. J. Mackay, G. Lamb [et al.] Lancet. 1993 Jan. Vol.

References

1. Kozek-Langenecker SA, Afshari A, Albaladejo P, Santullano CAA, De Robertis E, Filipescu DC, et al. Management of severe perioperative bleeding: guidelines from the European Society of Anaesthesiology. European Journal of Anaesthesiology. 2013 Jun;30(6):270-382. doi: 10.1097/EJA.0b013e32835f4d5b
2. Murphy GJ, Pike K, Rogers CA, Wordsworth S, Stokes EA, Angelini GD, et al. Liberal or restrictive transfusion after cardiac surgery. The New England Journal of Medicine. 2015 Mar;372(11):997-1008. doi: 10.1056/NEJMoa1403612

- 341, № 8838. P. 142–146. DOI: 10.1093/bja/70.1.147
5. Activity-based costs of blood transfusions in surgical patients at four hospitals / A. Shander, A. Hofmann, S. Ozawa [et al.] // Transfusion. 2010 Apr. Vol. 50, № 4. P. 753–765. DOI: 10.1111/j.1537-2995.2009.02518.x
6. Анализ эффективности различных методов оценки объёма кровопотери при операциях на открытом сердце / Д. В. Осипенко, А. А. Скороходов, С. П. Саливончик, С. А. Бондарев // Вестник Витебского государственного медицинского университета. 2023. Т. 22, № 2. С. 34–41. DOI: 10.22263/2312-4156.2023.2.62
7. Сравнительная оценка способов измерения кровопотери при кардиохирургических операциях с искусственным кровообращением / Д. В. Осипенко, А. А. Скороходов, А. Е. Григорович, А. В. Марочков // Проблемы здоровья и экологии. 2023. № 3. С. 29–37. DOI: 10.51523/2708-6011.2023-20-3-04
8. A computer nomogram for blood loss replacement / C. F. Ward, E. A. Meathe, J. L. Benumof, F. R. Trousdale // Anesthesiology. 1980. Vol. 53, № 3, suppl. P. S126. DOI: 10.1007/s00264-013-1801-0
9. Островский, Ю. П. Кардиохирургия: диагностика, хирургическая тактика, периоперационное ведение : справочник / Ю. П. Островский. Москва : Медицинская литература, 2014. 497 с.
10. Практическая кардиоанестезиология : руководство / ред.: Ф. А. Хенсли, Д. Е. Мартин, Г. П. Грэвли. 3-е изд. Москва : Медицинское информационное агентство, 2008. 1104 с.
11. Trends in Patient Characteristics and Cardiothoracic Surgeries over 14 Years (2010–2023): A Single Center Experience / O. Sela, S. Gelman, A. Gordon [et al.] // Journal of clinical medicine. 2024 Oct. Vol. 13, № 21. Art. 6467. DOI: 10.3390/jcm13216467
12. Курашов, М. С. Определение объёма кровопотери у кардиохирургических пациентов гравиметрическим методом и методом гемоглобинового баланса / М. С. Курашов, А. В. Марочков, П. А. Воронков // Вестник Витебского государственного медицинского университета. 2022. Т. 21, № 6. С. 57–63. DOI: 10.22263/2312-4156.2022.6.57
13. Estimating surgical blood loss: A review of current strategies in various clinical settings / A. D. Stoker, W. J. Binder, P. E. Frasco [et al.] // SAGE open medicine. 2024 Dec. Vol. 12. Art. 20503121241308302. DOI: 10.1177/20503121241308302
14. Brecher, M. E. A standardized method for calculating blood loss / M. E. Brecher, T. Monk, L. T. Goodnough // Transfusion. 1997 Oct. Vol. 37, № 10. P. 1070–1074. DOI: 10.1046/j.1537-2995.1997.371098016448.x
15. Validation of a haemoglobin dilution method for estimation of blood loss / A. Meunier, A. Petersson, L. Good, G. Berlin // Vox sanguinis. 2008 Aug. Vol. 95, № 2. P. 120–124. DOI: 10.1111/j.1423-0410.2008.01071.x

Поступила 20.01.2026 г.

Принята в печать 16.02.2026 г.

3. Brecher ME, Monk T, Goodnough LT. A standardized method for calculating blood loss. Transfusion. 1997 Oct;37(10):1070-1074. doi: 10.1046/j.1537-2995.1997.371098016448.x
4. Boyd O, Mackay CJ, Lamb G, Bland JM, Grounds RM, Bennett ED. Comparison of clinical information gained from routine blood-gas analysis and from gastric tonometry for intramural pH. Lancet. 1993 Jan;341(8838):142-146. doi: 10.1016/0140-6736(93)90005-2
5. Shander A, Hofmann A, Ozawa S, Theusinger OM, Gombotz H, Spahn DR. Activity-based costs of blood transfusions in surgical patients at four hospitals. Transfusion. 2010 Apr;50(4):753-765. doi: 10.1111/j.1537-2995.2009.02518.x

6. Osipenko DV, Skorokhodov AA, Salivonchik SP, Bondarev SA. Analysis of the effectiveness of different methods for estimating blood loss during open-heart operations. *Vestnik Vitebskogo Gosudarstvennogo Meditsinskogo Universiteta*. 2023;22(2):34-41. (In Russ.). doi: 10.22263/2312-4156.2023.2.62
7. Osipenko DV, Skorokhodov AA, Grigorovich AE, Marochkov AV. Comparative evaluation of methods for measuring blood loss in cardiac surgery with artificial circulation. *Problemy Zdorov'ya i Ekologii*. 2023;(3):29-37. (In Russ.). doi: 10.51523/2708-6011.2023-20-3-04
8. Ward CF, Meathe EA, Benumof JL, Trousdale FR. A computer nomogram for blood loss replacement. *Anesthesiology*. 1980;53(3 Suppl):S126. doi: 10.1007/s00264-013-1801-0
9. Ostrovskiy YuP. Cardiac surgery: diagnostics, surgical tactics, perioperative maintenance: справочник. Moscow, RF: Meditsinskaya literatura; 2014. 497 p. (In Russ.).
10. Khensli FA, Martin DE, Grevli GP, red. *Practical Cardiac Obstetrics: rukovodstvo*. 3-e izd. Moscow, RF: Meditsinskoe informatsionnoe agentstvo; 2008. 1104 p. (In Russ.).
11. Sela O, Gelman S, Gordon A, Farkash Ariel, Pevni D, Kakoush M, et al. Trends in Patient Characteristics and Cardiothoracic Surgeries over 14 Years (2010–2023): A Single Center Experience. *Journal of Clinical Medicine*. 2024 Oct;13(21):6467. doi: 10.3390/jcm13216467
12. Kurashov MS, Marochkov AV, Voronkov PA. Determination of blood flow in cardiac surgery patients by gravimetric method and hemoglobin balance method. *Vestnik Vitebskogo Gosudarstvennogo Meditsinskogo Universiteta*. 2022;21(6):57-63. (In Russ.). doi: 10.22263/2312-4156.2022.6.57
13. Stoker AD, Binder WJ, Frasco PE, Morozowich ST, Bettini LM, Murray AW, et al. Estimating surgical blood loss: A review of current strategies in various clinical settings. *SAGE Open Medicine*. 2024 Dec 16;12:20503121241308302. doi: 10.1177/20503121241308302
14. Brecher ME, Monk T, Goodnough LT. A standardized method for calculating blood loss. *Transfusion*. 1997 Oct;37(10):1070-1074. doi: 10.1046/j.1537-2995.1997.371098016448.x
15. Meunier A, Petersson A, Good L, Berlin G. Validation of a haemoglobin dilution method for estimation of blood loss. *Vox Sanguinis*. 2008 Aug;95(2):120-124. doi: 10.1111/j.1423-0410.2008.01071.x

Submitted 20.01.2026

Accepted 16.02.2026

Сведения об авторах:

Осипенко Дмитрий Васильевич – к.м.н., доцент, зав. отделением анестезиологии и реаниматологии, У «Гомельский областной клинический кардиологический центр», <https://orcid.org/0000-0003-4838-1140>, e-mail: osipenko081081@mail.ru;
 А.В. Марочков – д.м.н., профессор, врач-анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации, УЗ «Могилёвская областная клиническая больница», <https://orcid.org/0000-0001-5092-8315>;
 В.В. Римашевский – д.м.н., доцент, проректор по лечебной работе, УО «Белорусский государственный медицинский университет», <https://orcid.org/0000-0003-4516-8192>;
 К.Н. Дорошевич – врач-анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации, У «Гомельский областной клинический кардиологический центр», <https://orcid.org/0009-0003-7405-2823>;
 Г.Д. Осипенко – студент 3-го курса лечебного факультета, УО «Гомельский государственный медицинский университет», <https://orcid.org/0009-0006-2059-4987>.

Information about authors:

Dmitry V. Osipenko – Candidate of Medical Sciences, associate professor, head of the Department of Anesthesiology and Intensive Care, Gomel Regional Clinical Cardiology Center, <https://orcid.org/0000-0003-4838-1140>, e-mail: osipenko081081@mail.ru;
 A.V. Marochkov – Doctor of Medical Sciences, professor, anesthesiologist-resuscitator of the anesthesiology and resuscitation department, Mogilev Regional Clinical Hospital; <https://orcid.org/0000-0001-5092-8315>;
 V.V. Rimashevsky – Doctor of Medical Sciences, associate professor, Vice-Rector for Clinical Work, Belarusian State Medical University, <https://orcid.org/0000-0003-4516-8192>;
 K.N. Doroshevich – anesthesiologist-resuscitator of the Department of Anesthesiology and Intensive Care, Gomel Regional Clinical Cardiology Center, <https://orcid.org/0009-0003-7405-2823>;
 G.D. Osipenko – third-year student of the Faculty of General Medicine, Gomel State Medical University, <https://orcid.org/0009-0006-2059-4987>.