

УДК 616.12-089.8-005.1:616.1-78

<https://doi.org/10.51523/2708-6011.2023-20-3-04>

Сравнительная оценка способов измерения кровопотери при кардиохирургических операциях с искусственным кровообращением

Д. В. Осипенко^{1,2}, А. А. Скороходов², А. Е. Григорович², А. В. Марочков³

¹Гомельский государственный медицинский университет, г. Гомель, Беларусь

²Гомельский областной клинический кардиологический центр, г. Гомель, Беларусь

³Могилевская областная клиническая больница, г. Могилев, Беларусь

Резюме

Цель исследования. Провести сравнительный анализ трех способов оценки объема кровопотери (гравиметрический, гемоглобиновая дилуция, гемоглобиновый баланс) у пациентов при оперативных вмешательствах на сердце в условиях искусственного кровообращения (ИК).

Материалы и методы. Обследовано 35 пациентов в возрасте старше 18 лет, которым выполнялось оперативное вмешательство на сердце в условиях ИК. Проводилась оценка объема кровопотери гравиметрическим методом и ее сравнение с объемом кровопотери, рассчитанным по методам гемоглобиновой дилуции и гемоглобинового баланса.

Результаты. После поступления пациента из операционной в отделение интенсивной терапии кровопотеря, рассчитанная по методу гемоглобиновой дилуции, не отличалась от кровопотери, измеренной гравиметрическим способом. Через 12–18 ч после операции кровопотеря, рассчитанная по методам гемоглобиновой дилуции и гемоглобинового баланса, не отличалась от измеренной гравиметрическим способом. Через 36–42 ч после операции кровопотеря, рассчитанная по формулам гемоглобиновой дилуции и гемоглобинового баланса, статистически значимо отличалась от измеренной гравиметрическим способом.

Заключение. Кровопотеря, рассчитанная по методу гемоглобиновой дилуции, соответствует кровопотере, измеренной гравиметрическим способом на этапах «Поступление пациента в отделение интенсивной терапии после хирургического вмешательства» и «Через 12–18 часов после хирургического вмешательства». Объем крови, рассчитанный по методу гемоглобинового баланса на этапе «Через 12–18 часов после хирургического вмешательства», соответствует объему крови, измеренному гравиметрическим способом. Все вышеперечисленные расчетные методы на этапе исследования «Через 36–42 часа после хирургического вмешательства» не рекомендуются для расчета объема кровопотери после хирургического вмешательства на сердце с ИК.

Ключевые слова: искусственное кровообращение, кровопотеря, гравиметрический метод, гемоглобиновая дилуция, гемоглобиновый баланс

Вклад авторов. Осипенко Д.В.: концепция и дизайн исследования, обзор публикаций по теме статьи, сбор материала и создание базы полученных данных, статистическая обработка данных, редактирование, обсуждение данных; Скороходов А.А.: сбор материала и создание базы полученных данных, статистическая обработка данных, редактирование, обсуждение данных; Григорович А.Е.: редактирование, обсуждение данных, проверка критически важного содержания; Марочков А.В.: редактирование, обсуждение данных, проверка критически важного содержания, утверждение рукописи для публикации.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источники финансирования. Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей лекарственных препаратов и медицинского оборудования авторы не получали.

Для цитирования: Осипенко Д.В., Скороходов А.А., Григорович А.Е., Марочков А.В. Сравнительная оценка способов измерения кровопотери при кардиохирургических операциях с искусственным кровообращением. *Проблемы здоровья и экологии.* 2023;20(3):29–37. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2023-20-3-04>

Comparative evaluation of methods to measure blood loss after heart surgery under cardiopulmonary bypass

Dzmitry V. Osipenko^{1,2}, Aliaksandr A. Skarakhodau²,
Aliaksandr Y. Hryharovich², Alexey V. Marochkov³

¹Gomel State Medical University, Gomel, Belarus

²Gomel Regional Clinical Cardiological Center, Gomel, Belarus

³Mogilev Regional Clinical Hospital, Mogilev, Belarus

Abstract

Objective. To perform a comparative analysis of three methods for assessing blood loss (gravimetric, hemoglobin dilution, hemoglobin balance) in patients with heart surgery under cardiopulmonary bypass (CB).

Materials and methods. The study involved 35 patients over the age of 18 who underwent heart surgery under CB. The volume of blood loss was assessed by the gravimetric method and compared with the blood loss volume calculated by hemoglobin dilution and hemoglobin balance methods.

Results. After the patient was admitted from the operating room to the intensive care unit, the blood loss calculated by the hemoglobin dilution method did not differ from the blood loss measured by the gravimetric method. After 12-18 hrs after surgery, the blood loss calculated by hemoglobin dilution and hemoglobin balance methods did not differ from the blood loss measured gravimetrically. After 36-42 hrs after surgery, blood loss calculated by hemoglobin dilution and hemoglobin balance formulas was statistically significantly different from that measured by gravimetric method.

Conclusion. The blood loss calculated by the hemoglobin dilution method corresponds to the blood loss measured by gravimetric method at the stages “admission from the operating room” and “12-18 hours after surgery”. The volume of blood calculated by the method of hemoglobin balance at the stage “12-18 hours after surgery” corresponds to the volume of blood measured by gravimetric method. All of the above calculation methods at the stage of the study “36-42 hours after surgery” cannot be recommended for calculating the volume of blood loss after heart surgery with cardiopulmonary bypass.

Keywords: *cardiopulmonary bypass, blood loss, gravimetric method, hemoglobin dilution, hemoglobin balance*

Author contributions. Osipenko D.V.: concept and design of the study, review of publications on the topic of the article, collection of material and creation of a database of obtained data, statistical processing of data, editing, discussion of data; Skarakhodau A.A.: concept and design of the study, review of publications on the topic of the article, collection of material and creation of a database of obtained data, statistical processing of data, editing, discussion of data; Hryharovich A.Y.: editing, discussion of data, verification of critical content; Marochkov A.V.: editing, discussion of data, verification of critical content, approval of the manuscript for publication.

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.

Funding. The authors did not receive any financial support from drug and medical device manufacturing companies.

For citation: Osipenko DV, Skarakhodau AA, Hryharovich AY, Marochkov AV. Comparative evaluation of methods to measure blood loss after heart surgery under cardiopulmonary bypass. *Health and Ecology Issues*. 2023;20(3):29–37. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2023-20-3-04>

Введение

Кардиохирургические вмешательства, выполняемые в условиях искусственного кровообращения, могут сопровождаться значительной периоперационной кровопотерей. У 10–20 % пациентов при проведении данного типа вмешательств требуется переливание компонентов крови [1].

Регистрация объема интра- и периоперационной кровопотери является обязательным условием при проведении хирургических вмешательств и оказывает влияние на выбор объема и состава инфузионной терапии [2].

На данный момент не существует единого способа оценки количества потерянной крови при проведении оперативных вмешательств. Наиболее часто в клинической практике исполь-

зуется гравиметрический метод [3, 4, 5], однако в некоторых случаях он может не учитывать скрытые потери (испарение влаги с перевязочного материала, потери с операционным бельем, неучтенные остатки в контуре аппарата искусственного кровообращения).

В настоящее время все чаще исследователями публикуются научные работы, в которых для оценки объема периоперационной кровопотери используют расчетные формулы: методы гемоглобинового баланса и гемоглобиновой дилуции [4, 6]. Применение данных методов позволяет учитывать скрытую кровопотерю и объемы перелитых компонентов крови, что дает возможность провести оценку объема кровопотери как непосредственно в процессе лечения пациента, так и ретроспективно.

Однако в доступных нам литературных источниках сравнительный анализ вышеописанных методов для расчета объема кровопотери при хирургических вмешательствах в кардиохирургии описан скудно, а представленные данные крайне противоречивы.

Цель исследования

Провести сравнительный анализ трех способов оценки объема кровопотери (гравиметрический, гемоглобиновая дилуция, гемоглобиновый баланс) у пациентов при оперативных вмешательствах на сердце в условиях искусственного кровообращения.

Материалы и методы

Исследование является проспективным, односторонним, одобрено независимым Комитетом по этике учреждения «Гомельский областной клинический кардиологический центр».

Критерии включения пациентов в исследование: наличие информированного согласия на исследование; возраст старше 18 лет; наличие показаний для планового оперативного вмешательства на коронарных сосудах и/или клапанах сердца с применением ИК.

Критерии исключения из исследования: отказ пациента от участия в исследовании; экстренные / срочные показания к оперативному вмешательству; заболевание почек со снижением скорости клубочковой фильтрации (СКФ) менее 60 мл/мин/1,73 м²; уровень фибриногена менее 1,5 г/л; прием ацетилсалициловой кислоты и/или клопидогреля в течение 7 дней до оперативного вмешательства.

За период с 01.01.2020 по 01.05.2020 в исследование были включены 35 пациентов обоего пола, соответствовавшие критериям включения и исключения.

Для анестезиологического обеспечения использовалась многокомпонентная сбалансированная эндотрахеальная анестезия с искусственной вентиляцией легких. Все оперативные вмешательства выполнялись двумя хирургами, которые применяли стандартные техники реваскуляризации миокарда и/или протезирования клапанов сердца через срединный стернотомический доступ. Во время ИК применяли непульсирующий кровоток в условиях нормотермии с антикоагуляцией нефракционированным гепарином. Инактивацию гепарина проводили протамином в соотношении 1 мг гепарина к 0,8 мг протамина.

Для контроля за объемом послеоперационной кровопотери всем пациентам устанавливали дренажные трубки в средостение и перикард, которые подключались к вакуумной системе на 48 ч.

В исследовании показаниями для переливания эритроцитов были явления анемического

синдрома и уровень гемоглобина менее 80 г/л и/или уровень гематокрита менее 20 %.

В исследовании показатели фиксировались на следующих этапах:

— *Первый этап* — «Госпитализация пациента в стационар».

— *Второй этап* — «Поступление пациента в отделение интенсивной терапии после хирургического вмешательства».

— *Третий этап* — «Через 12–18 часов после хирургического вмешательства» (что соответствовало 8:00 следующих суток после операции).

— *Четвертый этап* — «Через 36–42 часа после хирургического вмешательства» (что соответствовало 8:00 вторых суток после операции).

В исследовании использованы следующие три способа оценки кровопотери:

1. Гравиметрический метод, с помощью которого были измерены следующие показатели:

1.1. Объем_{изм1} (мл) — объем кровопотери, измеренный после завершения операции, который получали путем сложения следующих показателей: вес крови, измеренной гравиметрическим методом (вес использованного хирургического материала), вес крови в мерной емкости отсоса, вес крови в аппарате ИК после завершения его работы (1 г крови в исследовании принимали за 1 мл) [1].

1.2. Объем_{изм2} (мл) — сумма объема отделяемого по дренажной системе на третьем этапе исследования, умноженного на гематокрит дренажного отделяемого и Объем_{изм1}.

2. Метод гемоглобиновой дилуции — расчетный объем кровопотери (мл) вычисляли с применением следующей формулы [7]:

$$\text{Объем кровопотери} = \text{ОЦК} \times \frac{(\text{Hb}(и) - \text{Hb}(ф))}{\text{Hb}(и)},$$

где ОЦК — объем циркулирующей крови пациента, рассчитанный с использованием формулы Надлера, л;

Hb(и) — концентрация гемоглобина до операции, г/л;

Hb(ф) — концентрация гемоглобина после операции, г/л.

3. Метод гемоглобинового баланса — расчетный объем кровопотери (мл) вычисляли с применением следующей формулы [8]:

$$\text{Объем кровопотери} = 1000 \times \frac{\text{Hb}(п)}{\text{Hb}(и)};$$

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

где Hb(п) — количество потерянного гемоглобина, г;

Hb(к) — общее количество гемоглобина, полученного с трансфузией эритроцитов (при расчете принимали, что одна доза эритроцитов имеет объем 250 мл и содержит 52 ± 5,4 г гемоглобина).

В дальнейшем объем кровопотери, измеренный гравиметрическим методом (Объем_{изм1} или Объем_{изм2}), сравнивали с объемом кровопотери, рассчитанным по методу гемоглобиновой диллюции ($V_{\text{диллюция}}$) и методу гемоглобинового баланса ($V_{\text{баланс}}$), в том числе с вычислением коэффициента соответствия (V_k) по следующей формуле:

$$V_k = \frac{V_{\text{диллюция}} \text{ (или } V_{\text{баланс}})}{\text{Объем}_{\text{изм1 (или изм2)}}}$$

Показатели концентрации эритроцитов, гематокрита и гемоглобина, используемые для получения расчетного объема кровопотери на различных этапах исследования, измеряли с помощью гематологического анализатора Micros 60.

Обработку данных выполняли с помощью программы BioStat 7 (AnalystSoft Inc., США). Про-

верку данных на нормальность распределения проводили визуально по гистограмме и с использованием теста Колмогорова – Смирнова. Полученные материалы обработаны посредством методов описательной статистики с вычислением при распределении, отличным от нормального, медианы (Me), первого (Q1) и третьего квартиля (Q3), минимального (min) и максимального (max) значения. Для оценки достоверности различий в двух независимых группах использовали критерий Манна – Уитни с поправкой Бонферрони на множественность сравнений. Различия считались достоверными при $p < 0,01$.

Результаты

Общая характеристика пациентов и параметров оперативного вмешательства представлена в таблице 1.

Таблица 1. Общая характеристика пациентов и параметров оперативного вмешательства
Table 1. General characteristics of patients and parameters of surgical intervention

Показатели	Значение
Возраст, лет	60,0 (54,0; 68,0)
Масса, кг	85,0 (70,0; 95,0)
Рост, см	170,0 (165,0; 176,0)
Индекс массы тела, кг/м ²	28,6 (25,3; 31,6)
Соотношение по полу (муж./жен.), n	27 / 8
Тип операции (реваскуляризация миокарда / протезирование клапанов / сочетанные вмешательства), n	15 / 14 / 6
Класс физического статуса пациента по ASA 3 / 4, n	24 / 11
Длительность операции, мин	300,0 (220,0; 335,0)
Длительность искусственного кровообращения, мин	116,0 (77,0; 133,0)

Структура сопутствующих заболеваний у пациентов, включенных в исследование, представлена в таблице 2.

Объемы кровопотери, измеренные различными методами на этапах исследования, представлены в таблице 3.

Таблица 2. Структура сопутствующих заболеваний у пациентов
Table 2. Structure of comorbidities in patients

Патология	Количество
Артериальная гипертензия различной степени, n	21
Постинфарктный кардиосклероз, n	7
Сахарный диабет, n	5
Язвенная болезнь желудка, n	4
Перенесенное нарушение мозгового кровообращения, n	3
Хроническая обструктивная болезнь легких, n	2
Постоянная форма фибрилляции предсердий, n	2
Ожирение различной степени, n	1
Перенесенные онкологические заболевания, n	1

Примечание. Поскольку у пациентов наблюдали несколько патологий, то суммарное количество сопутствующих заболеваний превышает общее количество пациентов в исследовании.

Таблица 3. Показатели периоперационной кровопотери (Me (Q1; Q3))
Table 3. Indicators of perioperative blood loss (Me (Q1; Q3))

Параметр	Значение
Объем крови в использованном хирургическом материале, мл	390,0 (288,0; 480,0)
Объем крови в мерной емкости отсоса, мл	260,0 (200,0; 400,0)
Объем остаточной крови в аппарате ИК, мл	245,0 (150,0; 300,0)
Объем отделяемого по дренажной системе на третьем этапе, мл	250,0 (200,0; 300,0)
Объем отделяемого по дренажной системе на четвертом этапе, мл	200,0 (150,0; 250,0)

Суммарный объем измеренной кровопотери (Объем_{изм1}) после завершения оперативного вмешательства составил 950,0 (705,0; 1122,5) мл (min — 400,0; max — 1631,0), или 18,2 % (14,9; 20,7) объема циркулирующей крови пациента. Суммарный объем отделяемого по дренажной системе в послеоперационном периоде составил 450,0 (350,0; 550,0) мл (min — 250,0; max — 880,0).

Показатели инфузионной терапии и диуреза у пациентов на различных этапах исследования представлены в таблице 4.

Динамика изменения лабораторных показателей у пациентов на различных этапах исследования приведена в таблице 5.

Таблица 4. Периоперационные показатели гидробаланса у пациентов в исследовании (Me (Q1; Q3))
Table 4. Perioperative fluid balance values in the patients in the study (Me (Q1; Q3))

Показатель	Этапы исследования		
	интраоперационный период	третий этап	четвертый этап
Инфузия, мл	1300 (950; 1500)	1700 (1600; 2100)	1500 (1300; 1700)
Диурез, мл	400,0 (325,0; 465,0)	1400,0 (1075,0; 1500,0)	1400,0 (1100,0; 1800,0)

Таблица 5. Лабораторные показатели пациентов на различных этапах исследования (Me (Q1; Q3))
Table 5. Laboratory parameters of patients at various stages of the study (Me (Q1; Q3))

Показатель	Первый этап	Второй этап	Третий этап	Четвертый этап
Гемоглобин, г/л	135,0 (127,0; 145,0)	102 (95; 112)	106 (94; 112)	93 (88; 102)
Гематокрит, %	37,3 (34,0; 42,0)	27,8 (25,3; 30,0)	27,9 (24,6; 30,8)	24,9 (22,7; 26,2)
Эритроциты, 10 ¹² /л	4,4 (4,2; 4,8)	3,3 (3,1; 3,8)	3,4 (3,1; 3,6)	3,0 (2,9; 3,3)

За период оперативного вмешательства и нахождения пациентов в отделении интенсивной терапии препараты крови использовались у 11 (31 %) пациентов. Применялась трансфузия эритроцитов у 10 пациентов в объеме 510 (488; 537) мл, у 1 пациента — криопреципитат в количестве 6 доз. При этом трансфузия эритроцитов проводилась: интраоперационно — у 3 пациентов, в первые сутки после проведения оперативного вмешательства — у 1 пациента, во вторые сутки — у 3 пациентов, на третьи сутки — у 3 пациентов. Трансфузия криопреципитата использовалась в интраоперационный период у 1 пациента.

На втором этапе исследования объем кровопотери, рассчитанный с использованием формулы гемоглобиновой дилуции, статистически значимо не отличался от кровопотери, измеренной гравиметрическим способом. Объем кровопотери, вычисленный по методу гемоглобинового баланса, статистически значимо различался в сравнении с данными, полученными гравиметрическим способом. Все расчетные показатели превышали объем кровопотери, измеренный гравиметрическим способом, в 1,27 и 1,29 раза соответственно (таблица 6).

Таблица 6. Показатели кровопотери, определенные различными методами на втором этапе исследования (Me (Q1; Q3))

Table 6. Blood loss indicators determined by various methods at the second stage of the study (Me (Q1; Q3))

Метод	Показатель, мл	Max, мл	Min, мл	Vk	P
Объем _{изм1}	950 (705; 1122)	1631	400	—	—
Гемоглобиновой диллюции	1204 (886; 1471)	2084	–569	1,27	0,050
Гемоглобинового баланса	1225 (968; 1472)	2084	246	1,29	0,009

Примечание. Для статистического анализа использован критерии Манна – Уитни с поправкой Бонферрони на множественность сравнений.

На третьем этапе исследования кровопотеря, рассчитанная с использованием формул гемоглобиновой диллюции и гемоглобинового баланса, статистически значимо не различалась

в сравнении с измеренной гравиметрическим способом (таблица 7). Все расчетные показатели превышали измеренный объем кровопотери в 1,17 и 1,17 раза соответственно.

Таблица 7. Показатели кровопотери, определенные различными методами на третьем этапе исследования (Me (Q1; Q3))

Table 7. Indicators of blood loss determined by various methods at the third stage of the study (Me (Q1; Q3))

Метод	Показатель, мл	Max, мл	Min, мл	Vk	P
Объем _{изм2}	1052 (836; 1265)	1756	500	—	—
Гемоглобиновой диллюции	1235 (942; 1516)	1995	–107	1,17	0,891
Гемоглобинового баланса	1235 (947; 1516)	1995	583	1,17	0,560

Примечание. Для статистического анализа использован критерии Манна – Уитни с поправкой Бонферрони на множественность сравнений.

На четвертом этапе исследования все формулы показали статистически значимые различия в сравнении с объемом кровопотери, измеренным гравиметрическим способом (таблица 8).

Осложнения, зарегистрированные у 14 пациентов за период госпитализации, представлены в таблице 9.

Таблица 8. Показатели кровопотери, определенные различными методами на четвертом этапе исследования (Me (Q1; Q3))

Table 8. Indicators of blood loss determined by various methods at the fourth stage of the study (Me (Q1; Q3))

Метод	Показатель, мл	Max, мл	Min, мл	Vk	P
Объем _{изм2}	1052 (836; 1265)	1756	500	—	—
Гемоглобиновой диллюции	1538 (1219; 1654)	2084	388	1,46	0,002
Гемоглобинового баланса	1556 (1329; 1691)	2691	468	1,48	0,001

Примечание. Для статистического анализа использован критерии Манна – Уитни с поправкой Бонферрони на множественность сравнений.

Таблица 9. Осложнения, зарегистрированные у пациентов

Table 9 Complications reported in patients

Осложнения	Количество
Раннее послеоперационное кровотечение, n	1
Пневмония, n	1
Посткардиотомный синдром, n	7
Пароксизм мерцательной аритмии, n	10

Примечание. У одного пациента могло наблюдаться несколько осложнений.

Одно геморрагическое осложнение развилось в первые сутки нахождения пациента в отделении интенсивной терапии и потребовало повторного оперативного вмешательства. Тромботических осложнений зарегистрировано не было. Летальных случаев за период госпитализации зарегистрировано не было.

Медиана длительности нахождения пациентов в отделении реанимации составила двое суток (min — 1 сутки, max — 4 суток); в стационаре — 16 суток (min — 11, max — 34 суток).

Обсуждение

В доступных нам базах научных исследований не удалось обнаружить работ, в которых применялись методы гемоглобиновой дилуции и гемоглобинового баланса для расчета объема кровопотери при проведении кардиохирургических операций с искусственным кровообращением. Поэтому сопоставление данных, полученных нами, проведено с результатами исследований, оценивающих кровопотерю при других видах оперативных вмешательств, с экстраполяцией полученных результатов.

В большинстве литературных источников концентрацию гемоглобина и периоперационную кровопотерю анализировали на вторые – четвертые сутки после операции [2, 3, 9].

Например, в исследовании Fu-Qiang Gao et al. оценивалась эффективность четырех формул для расчета кровопотери у пациентов после тотального эндопротезирования коленного сустава. Авторы установили, что метод гемоглобинового баланса является лучшим расчетным способом оценки кровопотери уже в первые сутки после оперативного вмешательства [6].

Jaramillo S. et al. сравнили шесть формул, используемых для расчета объема кровопотери после урологических операций, со значениями кровопотери, измеренной гравиметрическим методом. Было установлено, что через 48 ч после завершения оперативного вмешательства расчетные показатели кровопотери были больше измеренной кровопотери и не могут быть рекомендованы для использования [4].

В работе Meunier A. et al. продемонстрировано, что расчетный объем кровопотери, определенный методом гемоглобинового баланса, был на 30 % меньше истинной кровопотери. Данная работа была проведена у здоровых доноров крови, при этом объем эксфузии составил 10 % от объема циркулирующей крови, а уровни гемоглобина в исследовании определялись на шестой день после забора крови [10].

В своей работе Ш. В. Тимербулатов и соавт. сделали вывод, что при объеме кровопотери до 500 мл у пациентов при некоторых видах травм

точность метода расчета кровопотери по уровню гематокрита низкая (35 % и ниже). Однако точность метода повышается при объеме кровопотери более 1000 мл (приближается к 100 %) [11].

В нашей работе на втором этапе исследования «Поступление пациента в отделение интенсивной терапии после хирургического вмешательства» объем кровопотери, рассчитанный с помощью формулы гемоглобиновой дилуции, не имел статистически достоверных различий в сравнении с объемом кровопотери, измеренным гравиметрическим способом. На третьем этапе «Через 12–18 часов после хирургического вмешательства» кровопотеря, рассчитанная с использованием формул гемоглобиновой дилуции и гемоглобинового баланса, также статистически значимо не различалась в сравнении с объемом кровопотери, измеренным гравиметрическим способом. Следовательно, указанные формулы могут использоваться в клинической практике для определения объема кровопотери у пациента в указанные временные промежутки. На наш взгляд, одним из обязательных условий применения данных методов расчета является нормоволемическое состояние пациента после оперативного вмешательства.

Расчетные показатели кровопотери, полученные на четвертом этапе исследования «Через 36–42 часа после хирургического вмешательства», имели существенные различия с измеренным объемом кровопотери и не могут быть рекомендованы для использования.

В представленном нами исследовании объем расчетной кровопотери был больше в 1,27 и 1,17 раза по сравнению с объемом кровопотери, измеренным гравиметрическим способом. Данный факт можно объяснить наличием неучтенных потерь (кровопотеря на операционное белье, испарение влаги до взвешивания салфеток и т. д.) при применении гравиметрического метода.

Таким образом, изученные методы, использованные в определенные промежутки времени, позволяют провести оценку объема кровопотери как непосредственно в процессе лечения пациента, так и ретроспективно с целью дальнейшего совершенствования методов оперативного лечения и анестезиологического пособия у пациентов после кардиохирургических оперативных вмешательств с искусственным кровообращением.

Заключение

1. После хирургических вмешательств на сердце в условиях ИК объем кровопотери, рассчитанный с применением метода гемоглобиновой дилуции, соответствует объему кровопотери, измеренному гравиметрическим способом на этапах «Поступление пациента в отделение

интенсивной терапии после хирургического вмешательства» и «Через 12–18 часов после хирургического вмешательства» (соответственно, $p = 0,050$ и $p = 0,891$, критерии Манна – Уитни).

2. Значение кровопотери, полученное с использованием способа гемоглобинового баланса на этапе «Через 12–18 часов после хирургического вмешательства», соответствует объему кровопотери, измеренному гравиметрическим способом ($p = 0,560$, критерии Манна – Уитни).

3. Кровопотеря, рассчитанная с помощью формул гемоглобиновой дилуции и гемоглобинового баланса на этапе «Через 36–42 часа после хирургического вмешательства», статистически достоверно (соответственно, $p = 0,002$ и $p = 0,001$, критерии Манна – Уитни) отличается от объема крови, измеренного гравиметрическим способом.

Список литературы / References

- Хенсли ФА, Мартин ДЕ, Грэвли ГП. Практическая кардионаркология: пер с англ. 3-е изд. Москва, РФ: Мед информ агентство; 2008. 1104 с.
Hensley FA, Martin DE, Gravely GP. Practical cardioanesthesiology: translated from English. 3rd ed. Moscow, RF: Med inform agency; 2008. 1104 p. (In Russ.).
- Tran A, Heuser J, Ramsay T, McIsaac DI, Martel G. Techniques for blood loss estimation in major non-cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Can J Anesth/J Can Anesth*. 2021 Feb 1;68(2):245-255.
- Gerdessen L, Meybohm P, Choorapoikayil S, Herrmann E, Taeuber I, Neef V, et al. Comparison of common perioperative blood loss estimation techniques: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Monit Comput*. 2021 Apr;35(2):245-258. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10877-020-00579-8>
- Jaramillo S, Montane-Muntane M, Capitan D, Aguilar F, Vilaseca A, Blasi A, et al. Agreement of surgical blood loss estimation methods. *Transfusion*. 2019 Feb;59(2):508-515. DOI: <https://doi.org/10.1111/trf.15052>
- Зеньков А.А., Островский Ю.П., Выхристенко К.С., Лойко Н.Г. Сравнительный анализ результатов миниминвазивной реваскуляризации миокарда, коронарного шунтирования на работающем сердце и с искусственным кровообращением. *Новости хирургии*. 2014;22(1):33-43.
Zenkov AA, Ostrovsky UP, Vykhristenko KS, Loiko NG. Comparative analysis of the results of minimally invasive myocardial revascularization, coronary bypass grafting on a beating heart and with cardiopulmonary bypass. *Surgery News*. 2014;22(1):33-43. (In Russ.).
- Gao FQ, Li ZJ, Zhang K, Sun W, Zhang H. Four Methods for Calculating Blood-loss after Total Knee Arthroplasty. *Chin Med J (Engl)*. 2015 Nov 5;128(21):2856-2860. DOI: <https://doi.org/10.4103/0366-6999.168041>
- Bourke DL, Smith TC. Estimating Allowable Hemodilution. *Anesthesiology*. 1974 Dec 1;41(6):609-611. DOI: <https://doi.org/10.1097/0000542-197412000-00015>
- Ward CF, Meathe EA, Benumof JL, Trousdale F. A computer nomogram for blood loss replacement. *Anesthesiology*. 1980 Sep 1;53(3 Suppl):S126.
- Абелевич А.И., Абелевич О.М., Марочков А.В. Оценка кровопотери при эндопротезировании коленного сустава в зависимости от типа конструкции эндопротеза. *Вестник травматологии и ортопедии им Н.Н. Приорова*. 2018;(4):36-41.
Abelevich AI, Abelevich OM, and Marochkov AV, Russ. Evaluation of blood loss during knee arthroplasty depending on the type of endoprosthesis design. *Bulletin of traumatology and orthopedics named after N.N. Priorov*. 2018;(4):36-41. (In Russ.).
- Meunier A, Petersson A, Good L, Berlin G. Validation of a haemoglobin dilution method for estimation of blood loss. *Vox Sang*. 2008 Aug;95(2):120-124. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1423-0410.2008.01071.x>
- Тимербулатов Ш.В., Фаязов Р.Р., Смыр Р.А., Гатауллина Э.З., Шакиров Р.Ф., Идрисов Т.С. Определение объема и степени острой кровопотери. *Медицинский Вестник Башкортостана*. 2012;7(2):69-72.
Timerbulatov ShV, Fayazov RR, Smyr RA, Gataullina EZ, Shakirov RF, Idrisov TS. Determination of the Volume and Degree of Acute Blood Loss. *Medical Bulletin of Bashkortostan*. 2012;7(2):69-72. (In Russ.).

Информация об авторах / Information about the authors

Осипенко Дмитрий Васильевич, к.м.н., ассистент кафедры хирургических болезней № 1 с курсом сосудистой хирургии, УО «Гомельский государственный медицинский университет»; врач анестезиолог-реаниматолог (заведующий) отделением анестезиологии и реанимации с палатами интенсивной терапии, У «Гомельский областной клинический кардиологический центр», Гомель, Беларусь

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4838-1140>

e-mail: osipenko081081@mail.ru

Скороходов Александр Александрович, врач-кардиохирург отделения кардиохирургии, У «Гомельский областной клинический кардиологический центр», Гомель, Беларусь

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2618-8692>

e-mail: xsansanichx@gmail.com

Григорович Александр Евгеньевич, врач анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации с палатами интенсивной терапии, У «Гомельский областной клинический кардиологический центр», Гомель, Беларусь

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1196-8370>

e-mail: docalgri@gmail.com

Dzmitry V. Osipenko, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Surgery №1 with Cardiovascular Surgery, Gomel State Medical University. Anesthesiologist, Head of Anesthesiology and ICU Department, Gomel Regional Clinical Cardiological Center, Gomel, Belarus.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4838-1140>

e-mail: osipenko081081@mail.ru

Aliaksandr A. Skarakhodau, Cardiac Surgeon of the Department of Cardiac Surgery, Gomel Regional Clinical Cardiological Center, Gomel, Belarus.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2618-8692>

e-mail: xsansanichx@gmail.com

Aliaksandr Y. Hryharovich, Anesthesiologist-Resuscitator at the Anesthesiology and ICU Department, Gomel Regional Clinical Cardiological Center, Gomel, Belarus.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1196-8370>

e-mail: docalgri@gmail.com

Марочков Алексей Викторович, д.м.н., профессор,
врач анестезиолог-реаниматолог, заведующий научно-практическим
отделом, УЗ «Могилевская областная клиническая
больница», Могилев, Беларусь

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5092-8315>

e-mail: marochkov@mail.ru

Alexey V. Marochkov, Doctor of Medical Sciences,
Professor, Anesthesiologist-Resuscitator, Head of Scientific
and Practical Department of Mogilev Regional Clinical Hospital,
Mogilev, Belarus.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5092-8315>

e-mail: marochkov@mail.ru

Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Осипенко Дмитрий Васильевич

e-mail: osipenko081081@mail.ru

Dzmitry V. Osipenko

e-mail: osipenko081081@mail.ru

Поступила в редакцию / Received 29.12.2022

Поступила после рецензирования / Accepted 20.02.2023

Принята к публикации / Revised 08.08.2023