

DOI: <https://doi.org/10.22263/2312-4156.2023.2.62>

Анализ эффективности различных методов оценки объема кровопотери при операциях на открытом сердце

Д.В. Осипенко^{1,2}, А.А. Скороходов², С.П. Саливончик², С.А. Бондарев²

¹Гомельский государственный медицинский университет, г. Гомель, Республика Беларусь

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

Вестник ВГМУ. – 2023. – Том 22, №2. – С. 62-70.

The analysis of the effectiveness of various methods for assessing the volume of blood loss during open heart surgery

D.V. Osipenko^{1,2}, A.A. Skarakhodau², S.P. Salivonchik², S.A. Bondarev²

¹Gomel State Medical University, Gomel, Republic of Belarus

²Gomel Regional Clinical Cardiological Center, Gomel, Republic of Belarus

Vestnik VGMU. 2023;22(2):62-70.

Резюме.

Цель исследования – произвести сравнительный анализ шести методов оценки объема кровопотери (гравиметрический, Ward, Bourk, Gross, OSTHEO, Lopez-Picado) у пациентов при оперативных вмешательствах на открытом сердце в условиях искусственного кровообращения (ИК).

Материал 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 её сравнение с объемом кровопотери, рассчитанным по формулам, которые основаны на гематокрите пациента (Ward, Bourk, Gross, OSTHEO, Lopez-Picado).

Результаты. После поступления пациентов из операционной объем кровопотери, рассчитанный по формулам, статистически значимо отличался от объема кровопотери, измеренного гравиметрическим методом. Через 12-18 часов после операции объем кровопотери, рассчитанный по формуле Lopez-Picado, статистически не отличался от объема, измеренного гравиметрическим способом, но превышал последний в 1,43 раза ($p=0,019$, критерий Манна-Уитни). Через 36-42 часов после операции расчётный объем кровопотери существенно различался в сравнении с измеренным гравиметрическим методом.

Заключение. Объем кровопотери, рассчитанный по методу Lopez-Picado, соответствует объему кровопотери, измеренному гравиметрическим методом, только на этапе «через 12-18 часов после операции». Все вышеперечисленные расчётные методы на остальных этапах исследования достоверно отличаются от данных, полученных гравиметрическим методом, и не могут быть рекомендованы для расчета объема кровопотери после операций на сердце с ИК.

Ключевые слова: искусственное кровообращение, кровопотеря, гравиметрический метод, метод Ward, метод Bourk, метод Gross, метод OSTHEO, метод Lopez-Picado.

Abstract.

Objectives. To make a comparative analysis of six methods for assessing the volume of blood loss (gravimetric, Ward, Bourk, Gross, OSTHEO, Lopez-Picado methods) in patients undergoing open heart surgery under cardiopulmonary bypass (CPB).

Material and methods. We examined 35 patients over the age of 18 who underwent heart surgery under CPB. The volume of blood loss was assessed by the gravimetric method and compared with the volume of blood loss calculated using formulas based on the patient's hematocrit (Ward, Bourk, Gross, OSTHEO, Lopez-Picado methods).

Results. After admission of the patients from the operating room, the blood loss volume calculated by the formulas differed statistically significantly from the blood loss volume measured by the gravimetric method. In 12-18 hours after

the operation, blood loss calculated using the Lopez-Picado formula did not statistically differ from that measured by the gravimetric method, but 1.43 times exceeded the latter ($p=0.019$, Mann-Whitney test). In 36-42 hours after the operation, the calculated blood loss volume differed significantly in comparison with the measured by the gravimetric method.

Conclusions. The blood loss volume calculated by the Lopez-Picado method corresponds to the volume of blood loss measured by the gravimetric method only at the stage "in 12-18 hours after the operation". All of the above calculation methods at the remaining stages of the study significantly differ from the data obtained by the gravimetric method, and cannot be recommended for calculating the volume of blood loss after heart surgery with CPB.

Keywords: cardiopulmonary bypass, blood loss, gravimetric method, Ward method, Bourk method, Gross method, OSTHEO method, Lopez-Picado method.

Введение

Заболевания сердечно-сосудистой системы остаются основной причиной смертности во всем мире, следовательно, вопросы лечения данной патологии являются чрезвычайно актуальными. В Республике Беларусь наблюдается рост числа оперативных вмешательств на сердце, выполняемых в условиях искусственного кровообращения (ИК) [1]. Данные операции могут сопровождаться значительной кровопотерей, поэтому адекватное определение объема потерянной крови необходимо для определения показаний к переливанию крови или ее компонентов [2].

В настоящее время не существует общепринятого метода оценки количества потерянной крови при проведении оперативных вмешательств. В клинической практике наиболее часто используются следующие методы: визуальная оценка, гравиметрическая, сбор крови в мерную емкость, расчётные с помощью формул на основании уровня гемоглобина или гематокрита [3].

Несмотря на то, что гравиметрический метод оценки объема кровопотери считается наиболее точным, он не является полностью надежным и может давать существенные погрешности [4-7].

Применение расчетных методик позволяет учитывать количество скрытой кровопотери и объемы перелитых компонентов крови. Наиболее часто в исследованиях применяются формулы, использующие в расчетах показатели гемоглобина (гемоглобиновая дилуция, гемоглибиновый баланс) или гематокрита (Ward, Bourk, Gross, OSTHEO, Lopez-Picado) до и после оперативного вмешательства [4, 5, 8, 9]. Однако при использовании различных методов расчета объема кровопотери полученные объемы могут значительно различаться [6].

В доступной нам литературе применение формул для расчета объема кровопотери, основанных на измерении показателей гематокрита при опе-

рациях на открытом сердце, представлены в небольшом количестве, в связи с чем данный вопрос требует дальнейшего исследования [8].

Цель исследования – произвести сравнительный анализ шести методов оценки объема кровопотери (гравиметрический, Ward, Bourk, Gross, OSTHEO, Lopez-Picado) у пациентов при оперативных вмешательствах на открытом сердце в условиях ИК.

Материал и методы

Исследование является проспективным, односторонним, одобрено независимым Комитетом по этике медицинского учреждения.

Применялись следующие критерии включения пациентов в исследование:

- 1) наличие информированного согласия пациента на исследование;
- 2) возраст пациента старше 18 лет;
- 3) наличие показаний для планового оперативного вмешательства на коронарных сосудах и/или клапанах сердца с применением ИК.

Критерии исключения из исследования:

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

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

В исследовании использованы следующие методы оценки объема кровопотери:

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

1.1. Объем_{интp} (мл) – объем интраоперационной кровопотери, измеренный после завершения операции, который получали путем сложения следующих показателей: вес крови, измеренный 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) [2];

1.2. Объем_{периоп} (мл) – объем периоперационной кровопотери, полученный как сумма объема отделяемого по дренажной системе на третьем этапе исследования, умноженного на гематокрит дренажного отделяемого и Объем_{интp}.

2. Расчетные методы оценки объема кровопотери (мл) вычисляли с применением соответствующих формул (табл. 1).

В исследовании показатели фиксировались на следующих этапах:

1) первый этап – госпитализация пациента в стационар;

2) второй этап – поступление пациента в отделение интенсивной терапии после хирургического вмешательства;

3) третий этап – через 12-18 часов после хирургического вмешательства (что соответствовало 8:00 следующих суток после операции);

4) четвертый этап – через 36-42 часов после

Таблица 1 – Методы расчета объема кровопотери

Название метода	Методика расчета
Ward[11]	$\text{Объем кровопотери} = \text{ОЦК} \times \ln \frac{\text{Hct ф}}{\text{Hct и}}$ <p>ОЦК женщины = вес(кг) × 65; ОЦК мужчины = вес(кг) × 70.</p>
Bourk[12]	$\text{Объем кровопотери} = \text{ОЦК} \times (\text{Hct и} - \text{Hct ф}) \times (3 - \text{Hct ср})$ <p>ОЦК женщины = вес(кг) × 65; ОЦК мужчины = вес(кг) × 70.</p>
Gross[13]	$\text{Объем кровопотери} = \text{ОЦК} \times \left(\frac{\text{Hct и} - \text{Hct ф}}{\text{Hct ср}} \right)$ <p>ОЦК женщины = вес(кг) × 65; ОЦК мужчины = вес(кг) × 70.</p>
OSTHEO[14]	$\text{Объем кровопотери} = \frac{\text{Объем потерянных RBC}}{0,35}$ <p>Объем потерянных RBC = Объем не комп. RBC + Объем восп. RBC Объем не комп. RBC = (ОЦК × Hct и) – (ОЦК × Hct ф) ОЦК женщины = (0,0235 × рост(см)^{0,42246} × вес(кг)^{0,51456}) × 2430; ОЦК мужчины = (0,0235 × рост(см)^{0,42246} × вес(кг)^{0,51456}) × 2530.</p>
Lopez-Picado[15]	$\text{Объем кровопотери} = \left(\frac{\text{ОЦК} \times (\text{Hct и} - \text{Hct ф}) + \text{Объем восп. RBC}}{\text{Hct ср}} \right)$ <p>ОЦК женщины = (возраст (годы) × 1,06) + (822 * S) + (1395 * S); ОЦК мужчины = (1486 * S) – 825 + (1578 * S); S (площадь поверхности тела м²) = вес(кг)^{0,425} × рост(см)^{0,725} × 0,007184.</p>

Примечания: Объем кровопотери – общий объем кровопотери (мл); ОЦК – объем циркулирующей крови ($\frac{\text{Hct и} - \text{Hct ф}}{2}$ л); Hct и – гематокрит до операции; Hct ф – гематокрит после операции; Hct ср – средний гематокрит; Объем потерянных RBC – общий объем потерянных эритроцитов (мл); Объем не комп. RBC – не компенсированный объем эритроцитов потерянных при кровопотере (мл); Объем восп. RBC – объем эритроцитов, полученных с трансфузией эритроцитарной массы (мл).

хирургического вмешательства (что соответствовало 8:00 вторых суток после операции).

В дальнейшем объем кровопотери, измеренный гравиметрическим методом (Объем_{интпр} или Объем_{периоп}), сравнивали с объемом кровопотери, рассчитанным по различным методам (V_{Ward} , V_{Bourk} и т.д.), в том числе с вычислением коэффициента соответствия (V_k) по следующей формуле: $V_k = V_{Ward}$ (или др.) / Объем_{интпр(или периоп)}.

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 часов.

В исследовании показаниями для переливания эритроцитов были явления анемического синдрома и уровень гемоглобина менее 80 г/л и/или уровень гематокрита менее 20%.

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).

Проверку данных на нормальность распределения производили визуально по гистограмме и с использованием теста Колмогорова-Смирнова. Полученные материалы обработаны посредством методов описательной статистики с вычислением при распределении, отличном от нормального – медианы (Me), первого (Q1) и третьего квартиля (Q3), минимального (min) и максимального значения (max). 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 2.

Структура сопутствующих заболеваний у пациентов, включенных в исследование, представлена в таблице 3.

Объемы кровопотери, измеренные различными методами на различных этапах исследования, представлены в таблице 4.

Суммарный объем измеренной кровопотери (Объем_{интпр}) после завершения оперативного вмешательства составил 950,0 (705,0; 1122,5) мл (min – 400,0; max – 1631,0), что составило 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 5.

Динамика изменения лабораторных показате-

Таблица 2 – Общая характеристика пациентов

Параметр	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	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)

Таблица 3 – Структура сопутствующих заболеваний у пациентов

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 4 – Показатели периоперационной кровопотери (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)

Таблица 5 – Периоперационные показатели гидробаланса у пациентов в исследовании (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 6 – Лабораторные показатели пациентов на различных этапах исследования (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)

телей у пациентов на различных этапах исследования указана в таблице 6.

За период оперативного вмешательства и нахождения пациентов в отделении интенсивной терапии препараты крови использовались у 11 (31%) пациентов. Производилась трансфузия эритроцитов у 10 пациентов в объеме 510 (488; 537) мл, у одного пациента применяли криопреципитат в количестве 6 доз.

При этом интраоперационная трансфузия эритроцитов применялась у трех пациентов; в первые сутки после проведения оперативного вмешательства – один пациент; во вторые сутки – три паци-

ента; на третьи сутки – три пациента. Трансфузия криопреципитата применялась у одного пациента в интраоперационном периоде, после отключения аппарата ИК. Показанием к введению криопреципитата был уровень фибриногена менее 1,5 г/л, сопровождающийся повышенной кровоточивостью после введения протамина.

На втором этапе исследования результаты всех использованных формул показали статистически достоверные различия в сравнении с объемом измеренной кровопотери (табл. 7). При этом объем кровопотери, рассчитанный с помощью формул, был больше измеренного объема

Таблица 7 – Показатели объема кровопотери, определенные различными методами, на втором этапе исследования (Me (Q1; Q3))

Метод	Показатель, мл	max, мл	min, мл	Vk	p
Объем _{интp}	950 (705; 1122)	1631	400	–	–
Ward	1852 (1125; 2332)	3843	306	1,95	0,000
Bourk	1576 (1036; 2247)	3300	-240	1,66	0,001
Gross	1837 (1122; 2298)	3749	-306	1,93	0,000
OSTHEO	1494 (1211; 2093)	2890	384	1,57	0,000
Lopez-Picado	1595 (995; 2025)	3014	-219	1,68	0,001

Примечание: для статистического анализа использован критерий Манна-Уитни с поправкой Бонферрони на множественность сравнений.

Таблица 8 – Показатели объема кровопотери, определенные различными методами, на третьем этапе исследования (Me (Q1; Q3))

Метод	Показатель, мл	Max	Min	Vk	p
Объем _{перип}	1052 (836; 1265)	1756	500	–	–
Ward	1842 (1269; 2271)	3843	254	1,75	0,001
Bourk	1612 (1160; 2123)	3300	241	1,53	0,009
Gross	1822 (1265; 2251)	3749	254	1,73	0,001
OSTHEO	1622 (1134; 1964)	2802	400	1,54	0,000
Lopez-Picado	1502 (1043; 1956)	3014	247	1,43	0,019

Примечание: для статистического анализа использован критерий Манна-Уитни с поправкой Бонферрони на множественность сравнений.

Таблица 9 – Показатели объема кровопотери, определенные различными методами, на четвертом этапе исследования (Me (Q1; Q3))

Метод	Показатель, мл	Max	Min	Vk	p
Объем _{перип}	1052 (836; 1265)	1756	500	–	–
Ward	2275 (1920; 2685)	5060	221	2,16	0,000
Bourk	1851 (1630; 2428)	4438	213	1,76	0,000
Gross	2220 (1914; 2655)	4851	238	2,11	0,000
OSTHEO	1757 (1528; 2329)	4561	682	1,67	0,000
Lopez-Picado	1985 (1731; 2326)	4201	207	1,89	0,000

Примечание: для статистического анализа использован критерий Манна-Уитни с поправкой Бонферрони на множественность сравнений.

кровопотери с максимальными значениями в 1,95 и 1,93 раза (формулы Ward и Gross) и минимальными в 1,57 и 1,66 раза (формула OSTHEO и Bourk).

На третьем этапе исследования объем кровопотери, рассчитанный с использованием формул Ward, Bourk, Gross и OSTHEO, имел статистически значимые различия в сравнении с объемами кровопотери, измеренными гравиметрически (табл. 8). Объем кровопотери, рассчитанный по формуле Lopez-Picado, статистически значимо не различался в сравнении с измеренным объемом. Все расчетные показатели превышали измерен-

ный объем кровопотери, максимальное превышение получено у формулы Ward и Gross (в 1,75 и 1,73 раза соответственно), минимальное (в 1,43, 1,53 и 1,54 раза) при использовании формул Lopez-Picado, Bourk и OSTHEO.

На четвертом этапе исследования все изучаемые формулы показали статистически значимые различия результатов в сравнении с объемом измеренной кровопотери (табл. 9). Все расчетные формулы превышали объем кровопотери с максимальными значениями в 2,16 и 2,11 раза (формулы Ward и Gross) и минимальными в 1,67 и 1,76 раза (формулы OSTHEO и Bourk). Осложнения,

Таблица 10 – Осложнения, зарегистрированные у пациентов

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.

зарегистрированные у 14 пациентов за период госпитализации, представлены в таблице 10.

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 2 суток (min 1 сутки; max 4 суток); в стационаре – 16 суток (min 11; max 34 суток).

Обсуждение

При анализе данных по исследуемой тематике в базе данных PubMed и eLIBRARY.RU нам не удалось обнаружить исследований, в которых для оценки объема кровопотери в кардиохирургии применялись расчетные методики, основанные на изменении гематокрита.

В своей работе Курашов М.С. с соавт. сравнивали объем кровопотери при кардиохирургических операциях, измеренный гравиметрическим методом, со значениями, полученными с помощью метода гемоглобинового баланса. Авторы установили, что объем интраоперационной кровопотери, рассчитанный по методу гемоглобинового баланса, превышает количество потери крови, измеренное гравиметрически, на 25,2%, а периоперационный объем кровопотери за первые сутки превышает измеренный объем на 12,5% [7].

Научное исследование Fu-Qiang Gao et al. продемонстрировало, что метод гемоглобинового баланса возможно применять для оценки объема кровопотери в первые сутки после тотального эндопротезирования коленного сустава [6].

В работе Jaramillo S. et al. был сделан вывод, что наибольшей достоверностью обладает результат метода Lopez-Picado при использовании значения гематокрита через 48 часов после

завершения урологических лапароскопических операций [5].

Тимербулатов Ш.В. и соавт. установили, что при объеме кровопотери до 500мл точность методики расчета объема по уровню гематокрита составляет 35%, а при увеличении объема кровопотери более 1000 мл точность расчета результата возрастает практически до 100% [16].

Проведенное нами исследование выявило большие различия в объемах кровопотери, рассчитанных при использовании формул Ward, Bourk, Gross, OSTHEO и Lopez-Picado. Все исследуемые методики расчета объема кровопотери превышали объемы потери крови, измеренные гравиметрическим методом.

В нашей работе только метод Lopez-Picado не имел статистически значимых различий ($p=0,019$, критерий Манна-Уитни) в сравнении с гравиметрическим методом, при условии использования показателей гематокрита, полученных на третьем этапе исследования «через 12-18 часов после хирургического вмешательства». При использовании данной формулы результат объема кровопотери был в 1,43 раза больше в сравнении с объемом, измеренным гравиметрически. На этапах исследования «поступление пациента в отделение интенсивной терапии после хирургического вмешательства» и «через 36-42 часов после хирургического вмешательства» объемы кровопотери, полученные с помощью метода Lopez-Picado, имели достоверные различия в сравнении с объемом кровопотери, измеренным гравиметрическим методом, и не рекомендованы к применению на вышеперечисленных этапах исследования.

Изученные методы оценки объема кровопотери Ward, Bourk, Gross и OSTHEO на всех этапах исследования имели статистически значимые различия с объемами кровопотери, измеренными гравиметрическим методом, и, следовательно, не могут быть использованы для оценки потери крови после операций на открытом сердце в условиях ИК. При этом в зависимости от этапа

исследования объем рассчитанной кровопотери превышает измеренные показатели в 1,53 (метод Bourk) – 2,16 раза (метод Ward).

Заключение

1. После кардиохирургических вмешательств в условиях ИК объем кровопотери, рассчитанный с применением метода Lopez-Picado, соответствует объему кровопотери, измеренному гравиметрическим методом на этапе исследования «через 12-18 часов после хирургического вмешательства» ($p=0,019$; критерий Манна-Уитни). Это позволяет применять метода Lopez-Picado для оценки количества потерянной крови в практической медицине, при этом необходимо учитывать, что объем кровопотери, полученный с помощью данного метода, превышает объем кровопотери, измеренный гравиметрически, в 1,43 раза.

2. Методы Ward, Bourk, Gross, OSTHEO на всех этапах исследования и метод Lopez-Picado на этапах «поступление пациента в отделение интенсивной терапии после хирургического вмешательства» и «через 36-42 часов после хирургического вмешательства» имеют статистически достоверные различия ($p<0,01$, критерий Манна-Уитни) с гравиметрическим методом. При использовании данных методов (на указанных этапах исследования) полученные результаты превышают объем измеренной кровопотери в 1,53-2,16 раза, в связи с чем не могут быть рекомендованы для расчета объема кровопотери после операций на сердце с ИК в клинической практике.

Благодарности: Коллектив авторов выражает благодарность д.м.н., профессору А.В. Марочкову за помощь в обсуждении и редактировании полученных результатов, анонимным рецензентам за уделенное данной работе время, ценные замечания по содержанию и оформлению статьи.

Acknowledgements: The team of authors expresses their deep gratitude to Doctor of Medical Sciences, Professor A.V. Marochkov for his help in discussing and editing the results obtained, as well as to anonymous reviewers for the time devoted to this work, valuable comments on the content and design of the article.

Литература

1. Белорусская кардиология: достижения, потенциал и пути развития / А. Г. Мрочек [и др.] // Кардиол. вестн. 2019. Т. 14, № 2. С. 49–53.
2. Хенсли, Ф. А. Практическая кардиоанестезиология : пер. с англ. / Ф. А. Хенсли, Д. Е. Мартин, Г. П. Грэвли. 3-е изд. Москва : МИА, 2008. 1104 с.
3. Techniques for blood loss estimation in major non-cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis / A. Tran [et al.] // Can. J. Anesth. 2021 Feb. Vol. 68, N 2. P. 245–255.
4. Comparison of common perioperative blood loss estimation techniques: a systematic review and meta-analysis / L. Gerdessen [et al.] // J. Clin. Monit. Comput. 2021 Apr. Vol. 35, N 2. P. 245–258.
5. Agreement of surgical blood loss estimation methods / S. Jaramillo [et al.] // Transfusion. 2019 Feb. Vol. 59, N 2. P. 508–515.
6. Four Methods for Calculating Blood-loss after Total Knee Arthroplasty / F.-Q. Gao [et al.] // Chin. Med. J. (Engl). 2015 Nov. Vol. 128, N 21. P. 2856–2860.
7. Курашов, М. С. Определение объема кровопотери у кардиохирургических пациентов гравиметрическим методом и методом гемоглобинового баланса / М. С. Курашов, А. В. Марочков, П. А. Воронков // Вестн. ВГМУ. 2022. Т. 21, № 6. С. 57–63.
8. Осипенко, Д. В. Влияние малых доз аминокaproновой кислоты на кровопотерю после операций на сердце в условиях искусственного кровообращения / Д. В. Осипенко, А. А. Скороходов, А. А. Силанов // Проблемы здоровья и экологии. 2019. № 3. С. 70–76.
9. Оценка эффективности различных доз транексамовой кислоты при операциях на сердце в условиях искусственного кровообращения / Д. В. Осипенко [и др.] // Новости хирургии. 2020. Т. 28, № 2. С. 133–140.
10. Measurement of Blood Loss in Cardiac Surgery: Still Too Much / M. Nelson [et al.] // Ann. Thorac. Surg. 2018 Apr. Vol. 105, N 4. P. 1176–1181.
11. A computer nomogram for blood loss replacement / C. Ward [et al.] // Anesthesiology. 1980 Sept. Vol. 53, N 3, suppl. P. S126.
12. Bourke, D. L. Estimating allowable hemodilution / D. L. Bourke, T. C. Smith // Anesthesiology. 1974 Dec. Vol. 41, N 6. P. 609–611.
13. Gross, J. B. Estimating allowable blood loss corrected for dilution / J. B. Gross // Anesthesiology. 1983 Mar. Vol. 58, N 3. P. 277–280.
14. Orthopedic Surgery Transfusion Hemoglobin European Overview (OSTHEO) study: blood management in elective knee and hip arthroplasty in Europe / N. Rosencher [et al.] // Transfusion. 2003 Apr. Vol. 43, N 4. P. 459–469.
15. Lopez-Picado, A. Determination of perioperative blood loss: accuracy or approximation? / A. Lopez-Picado, A. Albinarrate, B. Barrachina / Anesth. Analg. 2017 Jul. Vol. 125, N 1. P. 280–286.
16. Определение объема и степени острой кровопотери / Ш. В. Тимербулатов [и др.] // Мед. вестн. Башкортостана. 2012. Т. 7, № 2. С. 69–72.

Поступила 30.01.2023 г.

Принята в печать 17.04.2023 г.

References

- Mrochek AG, Belskaya MI, Patseev AV, Matskevich SA. Belarusian Cardiology: Achievements, Potential and Ways of Development. *Kardiolog Vestn.* 2019;14(2):49-53. (In Russ.)
- Khensli FA, Martin DE, Grevli GP. Practical cardiac anesthesiology: per s angl. 3-e izd. Moscow, RF: MIA; 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 Anaesth.* 2021 Feb;68(2):245-55. doi: 10.1007/s12630-020-01857-4
- Gerdessen L, Meybohm P, Choorapoikayil S, Herrmann E, Taeuber I. Comparison of common perioperative blood loss estimation techniques: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Monit Comput.* 2021 Apr;35(2):245-58. doi: 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: 10.1111/trf.15052
- Gao F-Q, Li Z-J, Zhang K, Sun W, Zhang H. Four Methods for Calculating Blood-loss after Total Knee Arthroplasty. *Chin Med J (Engl).* 2015 Nov;128(21):2856-60. doi: 10.4103/0366-6999.168041
- Kurashov MS, Marochkov AV, Voronkov PA. Determination of blood loss volume in cardiac surgery patients by gravimetric and hemoglobin balance methods. *Vestn VGMU.* 2022;21(6):57-63. (In Russ.)
- Osipenko DV, Skorokhodov AA, Silanov AA A. Effect of small doses of aminocaproic acid on blood loss after cardiac surgery under artificial circulation. *Problemy Zdorov'ya Ekologii.* 2019;(3):70-6. (In Russ.)
- Osipenko DV, Salivonchik SP, Skorokhodov AA, Silanov AA, Marochkov AV. Evaluation of the Efficacy of Different Doses of Tranexamic Acid in Cardiac Surgery under Circulation. *Novosti Khirurgii.* 2020;28(2):133-40. (In Russ.)
- Nelson M, Green J, Spiess B, Kasirajan V, Nicolato P, Liu H, et al. Measurement of Blood Loss in Cardiac Surgery: Still Too Much. *Ann Thorac Surg.* 2018 Apr;105(4):1176-81. doi: 10.1016/j.athoracsur.2017.11.023
- Ward C, Meathe E, Benumof J, Trousdale F. A computer nomogram for blood loss replacement. *Anesthesiology.* 1980 Sept;53(3 Suppl):S126.
- Bourke DL, Smith TC. Estimating allowable hemodilution. *Anesthesiology.* 1974 Dec;41(6):609-12. doi: 10.1097/0000542-197412000-00015
- Gross JB. Estimating allowable blood loss corrected for dilution. *Anesthesiology.* 1983 Mar;58(3):277-80. doi: 10.1097/0000542-198303000-00016
- Rosencher N, Kerkkamp HEM, Macheras G, Munuera LM, Menichella G, Barton DM, et al. Orthopedic Surgery Transfusion Hemoglobin European Overview (OSTHEO) study: blood management in elective knee and hip arthroplasty in Europe. *Transfusion.* 2003 Apr;43(4):459-69. doi: 10.1046/j.1537-2995.2003.00348.x
- Lopez-Picado A, Albinarrate A, Barrachina B. Determination of perioperative blood loss: accuracy or approximation? *Anesth Analg.* 2017 Jul;125(1):280-6. doi: 10.1213/ANE.0000000000001992
- Timerbulatov ShV, Fayazov RR, Smyr RA, Gataullina EZ, Shakirov RF, Idrisov TS. Determining the volume and extent of acute blood loss. *Med Vestn Bashkortostana.* 2012;7(2):69-72. (In Russ.)

Submitted 30.01.2023

Accepted 17.04.2023

Сведения об авторах:

Д.В. Осипенко – к.м.н., доцент кафедры хирургических болезней № 1 с курсом сосудистой хирургии, Гомельский государственный медицинский университет; зав. отделением анестезиологии и реанимации с палатами интенсивной терапии, Гомельский областной клинический кардиологический центр, <https://orcid.org/0000-0003-4838-1140>, e-mail: osipenko081081@mail.ru – Осипенко Дмитрий Васильевич;

А.А. Скороходов – врач-кардиохирург кардиохирургического отделения, Гомельский областной клинический кардиологический центр, <https://orcid.org/0000-0002-2618-8692>;

С.П. Саливончик – к.м.н., врач-кардиохирург, зам. главного врача по хирургической помощи, Гомельский областной клинический кардиологический центр, <https://orcid.org/0000-0001-6011-9351>;

С.А. Бондарев – врач-кардиохирург, зав. кардиохирургическим отделением, Гомельский областной клинический кардиологический центр, <https://orcid.org/0000-0002-9958-0935>.

Information about authors:

D.V. Osipenko – Candidate of Medical Sciences, associate professor of the Chair of Surgery No.1 with the course of Cardiovascular Surgery, Gomel State Medical University; head of the anesthesiology and resuscitation department with intensive care wards, Gomel Regional Clinical Cardiological Center, <https://orcid.org/0000-0003-4838-1140>, e-mail: osipenko081081@mail.ru – Dmitry V. Osipenko;

A.A. Skarakhodau – cardiac surgeon of the cardiac surgery department, Gomel Regional Clinical Cardiological Center, <https://orcid.org/0000-0002-2618-8692>;

S.P. Salivonchik – Candidate of Medical Sciences, cardiac surgeon, deputy chief physician for surgical care, Gomel Regional Clinical Cardiological Center, <https://orcid.org/0000-0001-6011-9351>;

S.A. Bondarev – cardiac surgeon, head of the cardiac surgery department, Gomel Regional Clinical Cardiological Center, <https://orcid.org/0000-0002-9958-0935>.