Селюн Ю.А.¹, Шкет А.П.¹, Возжаева Л.Б.¹, Трунова Н.А.¹, Римашевский В.В.², Островский Ю.П.³

¹ Республиканский клинический медицинский центр Управления делами Президента Республики Беларусь, Минск, Беларусь

² Белорусская медицинская академия последипломного образования, Минск, Беларусь

³ Республиканский научно-практический центр «Кардиология», Минск, Беларусь

Seliun Yu.¹, Shket A.¹, Vozjaeva L.¹, Trunova N.¹, Rymasheuski U.², Ostrovsky Yu.³

¹ Republican Clinical Medical Center of the Administrative Department of the President of the Republic of Belarus, Minsk, Belarus

² Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education, Minsk, Belarus

³ Republican Scientific and Practical Centre "Cardiology", Minsk, Belarus

Нарушение коагуляции и гемостаз при операциях на открытом сердце

Violation of Coagulation and Hemostasis during Open Cardiac Surgery

Резюме

Введение. Послеоперационное кровотечение – одно из самых частых осложнений в кардиохирургии. «Хирургическая» причина кровотечения обнаруживается у 50% пациентов, перенесших повторную операцию по поводу кровотечения. У остальных пациентов причина является многофакторной и, вероятно, связана с особенностями изменения гемостаза и гомеостаза при первичной операции.

Цель. Определение влияния искусственного кровообращения на нарушение гемостаза, а также вклада этих изменений в объем кровопотери после операций на открытом сердце.

Материалы и методы. В исследование включены 40 взрослых пациентов (старше 18 лет), которым проводилась операция на сердце в условиях искусственного кровообращения (коронарное шунтирование с клапанной коррекцией либо без клапанной коррекции, изолированная клапанная коррекция) на базе Республиканского клинического медицинского центра Управления делами Президента Республики Беларусь за период с января 2018 г. по май 2021 г. Критерием исключения была дисфункция печени у пациентов (увеличение АЛТ более чем в 2 раза от верхней границы нормы). В трех точках проводился комплексный анализ гемостаза (до ИК, во время ИК, через одни сутки после операции с ИК). Для характеристики плазменного звена гемостаза определяли активность факторов свертывания (II, V, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII).

Результаты. Установлено, что активность II, V, VII, X, XIII факторов плазменного гемостаза достоверно снижалась на этапе ИК, а затем восстанавливалась на первые сутки после операции. Через сутки после операции активность факторов II, V, VII, X, XII, XIII восстанавливалась, но не достигала исходных значений. Ниже активности в 50% снижалась активность факторов II, V, VII на этапе ИК. Активность VIII, IX факторов была достоверно выше исходных значений через сутки после операции. Активность VIII фактора через сутки достоверно влияла на величину кровопотери.

Заключение. Понимание основных механизмов и причин изменения коагуляции во время ИК может оказать дополнительную помощь кардиохирургам, анестезиологам-реаниматологам и другим вовлеченным медицинским работникам в эффективном использовании технических

и фармацевтических возможностей, которые доступны в настоящее время, что снижает риск осложнений, связанных с послеоперационным кровотечением.

Ключевые слова: плазменный гемостаз, активность факторов, гипокоагуляция, кровопотеря, искусственное кровообращение, объем отделяемого по дренажам из кардиотомной раны.

Abstract

Introduction. Postoperative bleeding is one of the most common complications in cardiac surgery. The "surgical" cause of bleeding is found in 50% of patients who underwent reoperation for bleeding. In the rest of the patients, the cause is multifactorial and it is probably related to the peculiarities of changes in hemostasis and homeostasis during the primary operation.

Purpose. The purpose of the study is to determine the impact of CPB on hemostasis disorders and their contribution in blood loss volume after the open heart surgery.

Materials and methods. 40 adult patients (over 18 years old) who underwent open-heart surgery (CABG, CABG combined with valve repair, valve repair surgery) at the Republican Clinical Medical Center from January 2018 to May 2021 were enrolled in the study. Liver dysfunction (serum alanine aminotransferase elevation by more than 2 times from the upper limit of the norm) was used as exclusion criteria. Comprehensive analysis of hemostasis was conducted at three points (before CPB, during CPB, and on the Day 1 after surgery). To understand the characteristics of coagulation we determined the activity of coagulation factors (II, V, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII).

Results. It was found that activity of the II, V, VII, X, XIII factors of plasma hemostasis significantly decreased during CPB and restored on the postoperative Day 1. Activity of the factors II, V, VII, X, XII, XIII restored, but did not achieved the basic levels. Activity of the factors II, V, VII was lower than 50% during CPB. Factor VIII activity significantly influenced the blood loss volume in a day after surgery.

Conclusion. Understanding the key mechanisms and causes of coagulation changes during CPB can provide additional help leading to effective use of technical and pharmaceutical options that are currently available. It decreases the risk of complications associated with postoperative bleeding.

Keywords: plasma hemostasis, activity of factors, hypocoagulation, blood loss, cardiopulmonary bypass (CPB), the volume of discharge through the drains from the cardiotomy wound.

■ ВВЕДЕНИЕ

Послеоперационное кровотечение – одно из самых частых осложнений в кардиохирургии. Приблизительно у 20% пациентов после кардиохирургических операций наблюдается кровотечение, а 5% таких пациентов требуется повторная операция с хирургической остановкой кровотечения [1, 2]. По данным литературы, к факторам риска развития послеоперационного кровотечения и повторной операции по поводу кровотечения после кардиохирургического вмешательства относятся: возраст, почечная недостаточность, время искусственного кровообращения (ИК). Повторная операция по поводу послеоперационного кровотечения является одним из непосредственных факторов риска неблагоприятного исхода после кардиохирургического вмешательства. У этой группы пациентов повышается операционная летальность, увеличивается время нахождения на искусственной вентиляции легких (ИВЛ), повышается частота развития острого респираторного дистресс-синдрома (ОРДС), сепсиса, наджелудочковых аритмий [3, 4]. Кроме того, послеоперационное кровотечение, требующее многократных

гемотрансфузий и повторной операции, связано с увеличением частоты развития остеомиелита грудины [5], а также связано с инфекцией, обусловленной самой гемотрансфузией. «Хирургическая» причина кровотечения обнаруживается у 50% пациентов, перенесших повторную операцию по поводу кровотечения. У остальных пациентов причина является многофакторной и, вероятно, связана с особенностями изменения гемостаза и гомеостаза при первичной операции. Обширная хирургическая травма, продолжительный контакт крови с искусственной поверхностью аппарата ИК, высокие дозы гепарина и гипотермия способствуют нарушению функции свертывающей системы, что приводит к послеоперационной коагулопатии. Часто бывает трудно определить конкретные факторы, способствующие коагулопатии у пациента в операционной или в отделении интенсивной терапии, поскольку коагулопатия не обязательно определяется стандартными лабораторными тестами (активированное время свертывания (АСТ), активированное частичное тромбопластиновое время (АЧТВ), международное нормализованное отношение (МНО)). В результате этого часто назначают эмпирическое лечение.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определить влияние искусственного кровообращения на нарушение гемостаза, а также вклад этих изменений в объем кровопотери после операций на открытом сердце.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование были включены 40 взрослых пациентов (старше 18 лет), которым проводилась операция на сердце в условиях искусственного кровообращения (коронарное шунтирование с клапанной коррекцией либо без клапанной коррекции, изолированная клапанная коррекция). Критерием исключения была дисфункция печени у пациентов (увеличение АЛТ более чем в 2 раза от верхней границы нормы).

В трех точках проводился комплексный анализ гемостаза (до ИК, во время ИК, через одни сутки после операции с ИК). В коагулограмме определяли протромбиновое время (ПТВ), международное нормализованное отношение (МНО), активированное частичное тромбопластиновое время (АЧТВ), уровень фибриногена (методом Клауса). Во время ИК АЧТВ, ПТВ, МНО не выполняли в связи с тотальной гепаринизацией оперируемого пациента и высокой чувствительностью к гепарину данных тестов. Для характеристики плазменного звена гемостаза определяли активность факторов свертывания (II, V, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII). Также оценивали объем отделяемого по дренажам за 1 ч, 2 ч, 3 ч, 6 ч, 12 ч, 24 ч после сведения грудины.

Перед индукцией анестезии производился забор артериальной крови через катетер, установленный в лучевую артерию. Искусственное кровообращение начиналось при достижении АВСК более 480 секунд. АВСК во время этапа ИК анализировали не менее чем через каждые 30 минут.

Инактивация гепарина производится протамином сульфатом фиксированной дозировкой в соотношении 1:1 (1,0 мг/100 МЕ) к исходной дозе гепарина.

Гемотрансфузии всех препаратов крови регистрировались во время пребывания в палатах реанимации и через 12 часов после операции. Эритроцитарную массу переливали при гемоглобине в артериальной крови ≤ 70 г/л во время ИК и при < 80 г/л после ИК.

Коррекция гемостаза осуществлялась общепринятым клиническим протоколом. Регистрировалась проводимая трансфузия компонентов крови, гемостатическая терапия, а также необходимость повторной операции.

Понятие «активное кровотечение» после операций на сердце было определено как кровотечение, превышающее 1,5 мл/кг/ч в течение непрерывных 6 часов после операции в интервале первых 24 часов. Кроме того, пациенты, которым была выполнена повторная операция по поводу гемотампонады или кровотечения в течение первых 12 часов, также считались пациентами с активным кровотечением.

Общая характеристика интраоперационного периода

Всем пациентам, включенным в исследование, во время операции с ИК проводилась сбалансированная общая эндотрахеальная анестезия кислородно-воздушной смесью с севофлюраном 1,8–2,0 об.% с потоком свежего газа 2 л/мин и постоянным внутривенным введением фентанила в дозе 2–5 мкг/кг/час. Во время ИК газообмен осуществлялся через оксигенатор аппарата ИК. При этом ИВЛ прекращалась на этапе наложения зажима на восходящий отдел аорты, а возобновлялась на этапе снятия данного зажима. Для поддержания миорелаксации применялся роккурония бромид (эсмерон) из расчета 1 мг/кг при индукции анестезии, а далее в виде болюсного введения по необходимости. Искусственная вентиляция легких осуществлялась аппаратом Perseus (Dräger, Германия) в режиме по давлению с положительным давлением в конце выдоха (ПДКВ) 3–5 см водного столба. Минутный объем вентиляции подбирался исходя из результатов газов крови для поддержания PaCO_2 на уровне 35–40 мм рт. ст. Гемодинамический мониторинг осуществлялся с использованием монитора Infinity Delta XL (Dräger, Германия). Во время мониторинга регистрировались следующие параметры: артериальное давление и ЦВД, измеряемые инвазивным способом, частота сердечных сокращений, пульсоксиметрия, температура в прямой кишке, электрокардиография во втором стандартном отведении и боковом отведении. ИК у всех пациентов выполнялось с использованием нормотермической перфузии организма (температура 35–37 °C) либо умеренной гипотермии (температура 32 °C), средняя объемная скорость перфузии составила $4,9 \pm 0,6$ л/мин. Уровень глубины анестезии определялся при помощи BIS-мониторинга, и поддерживался биспектральный индекс на уровне 35–45. Всем пациентам проводилась катетеризация мочевого пузыря и осуществлялся непрерывный контроль диуреза. Во время операции проводились забор проб артериальной и венозной крови для анализа газов крови и кислотно-основного состояния (анализатор газов крови ABL800 FLEX, Radiometer, Дания), коагулограмма (коагулометр ACL TOP, Instrumental Laboratories, США). Основу первичного заполнения физиологического контура АИК составляли коллоидные растворы в объеме 1200–1500 мл. Вне этапа ИК растворы использовались только для восполнения потерь жидкости с диурезом и перспирацией.

В постперфузионном периоде объем инфузионных растворов определялся исходя из необходимости в поддержании целевого уровня ЦВД – 7–10 мм рт. ст.

После завершения операции пациенты в состоянии медикаментозной седации в условиях продолженного гемодинамического мониторинга и искусственной вентиляции легких транспортировались в отделение анестезиологии и реанимации.

Статистическая обработка данных

Для проверки гипотезы о нормальности распределения количественного признака использовался W-тест Шапиро – Уилка. Параметрические данные указывались в виде среднего значения со стандартным отклонением, непараметрические – в виде медианы и межквартильного интервала. Для выявления различий между двумя независимыми группами по количественному признаку применялся непараметрический критерий Манна – Уитни, а в случае трех независимых групп – ранговый анализ вариаций по Краскелу – Уоллису. Анализ данных внутри групп проводился с использованием критерия Вилкоксона и Фридмана (при трех и более связанных выборках). Во всех исследованиях уровень статистической значимости p принимался равным 0,05.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Влияние длительности ИК на гемостаз

При анализе влияния длительности ИК на гемостаз среди 40 пациентов не было зарегистрировано летальных исходов. У 3 пациентов выполнена рестернотомия по поводу тампонады сердца.

Демографические данные пациентов представлены в табл. 1.

Для оценки влияния длительности ИК на гемостаз пациенты были разделены на 3 группы: 1-я группа ($n=9$) – длительность ИК 61–99 минут ($82,3 \pm 12,4$); 2-я группа ($n=22$) – длительность ИК 100–149 минут ($124 \pm 12,7$); 3-я группа ($n=9$) – длительность ИК 150 минут и более ($187,6 \pm 36,2$).

По температурному режиму группы между собой не различались. Операция во всех 3 группах была выполнена в условиях нормотермии. По объему интраоперационной кровопотери и количеству перелитых компонентов донорской крови не было достоверных отличий.

Как видно из табл. 2, активность фактора II во всех 3 группах достоверно снижалась во время ИК. Через сутки уровень активности возрастал, но сохранялся достоверно сниженным во всех 3 группах. Группы не различались между собой по активности фактора II на всех этапах наблюдений.

Активность фактора V во всех 3 группах значительно снижалась во время ИК. Через сутки уровень активности возрастал. Он не достигал исходных значений. Достоверно сниженным он сохранялся во 2-й группе.

Активность фактора VII также достоверно снижалась во время ИК и сохранялась сниженной во всех 3 группах через сутки после операции.

В связи с высокой чувствительностью к гепарину уровень активности факторов VIII, IX, XI, XII определяли только на этапах до ИК и через сутки после ИК. На этапе ИК, т. е. в условиях тотальной гепаринизации, определение уровня активности данных факторов невозможно.

Таблица 1
Дооперационная и интраоперационная характеристики (N=40)

Дооперационная и интраоперационная характеристики	Значение
Возраст (лет), Ме (Q1; Q3)	61 (56; 68)
Площадь поверхности тела (м ²), Ме (Q1; Q3)	2,0 (1,8; 2,6)
Время искусственного кровообращения (мин.), Ме (Q1; Q3)	121,0 (104,0; 147,0)
Время пережатия аорты (мин.), Ме (Q1; Q3)	91,5 (70,5; 109)
Мужчины (%)	29 (72,5%)
Коронарное шунтирование (%)	24 (60%)
Коронарное шунтирование с клапанной коррекцией (%)	11 (27,5%)
Клапанная коррекция (%)	5 (12,5%)
EuroScore II низкий, 0–1,9% (%)	26 (60%)
EuroScore II средний, 2–4,9% (%)	8 (20%)
EuroScore II высокий, 5% и более (%)	6 (15%)

Table 1
Preoperative and intraoperative characteristics (N=40)

Preoperative and intraoperative characteristics	Value
Age (years), Me (Q1; Q3)	61 (56; 68)
Body surface area (m ²), Me (Q1; Q3)	2.0 (1.8; 2.6)
Duration of cardiopulmonary bypass (min), Me (Q1; Q3)	121.0 (104.0; 147.0)
Aortic clamp time (min), Me (Q1; Q3)	91.5 (70.5; 109)
Male (%)	29 (72.5%)
Coronary artery bypass grafting (%)	24 (60%)
Coronary artery bypass grafting with valve surgery (%)	11 (27.5%)
Valve surgery (%)	5 (12.5%)
EuroScore II low, 0–1.9% (%)	26 (60%)
EuroScore II medium, 2–4.9% (%)	8 (20%)
EuroScore II high, 5% or more (%)	6 (15%)

Активность фактора VIII через сутки достоверно возростала во всех 3 группах и была выше исходной.

Активность фактора IX через сутки после операции достоверно повышалась во всех 3 группах.

Активность фактора XI через сутки сохранялась достоверно сниженной.

Активность фактора XII через сутки после операции достоверно сохранялась сниженной у группы 2 и группы 3. При этом у группы 1 активность данного фактора восстанавливалась быстрее.

Активность фактора X достоверно снижалась во всех 3 группах во время ИК. При этом восстановление не происходило и на следующие сутки. Это не зависело от длительности ИК, т. к. не было отличий в 3 группах.

Активность фактора XIII снижалась во всех 3 группах в сравнении с исходным уровнем активности. Через сутки уровень активности не достигал исходных значений и был одинаково снижен во всех 3 группах.

Следовательно, можно предположить, что восстановление уровня активности факторов свертывания не зависит от длительности ИК.

Таким образом, отмечалось достоверное снижение всех исследуемых факторов на этапе ИК. Восстановление факторов происходило медленно и через сутки не достигало исходных значений. Единственным

Таблица 2
Влияние длительности ИК на уровень активности плазменных факторов, Ме (Q1; Q3)

Фактор	До ИК			Во время ИК			Через сутки после ИК		
	Гр. 1	Гр. 2	Гр. 3	Гр. 1	Гр. 2	Гр. 3	Гр. 1	Гр. 2	Гр. 3
II, %	94,3 (91,9; 102)	99,4 (77,3; 107,7)	94,9 (81,1; 96,8)	48,9 (48; 56,5)*	44,4 (39,8; 48,9)*	48 (42,8; 50,9)*	77,3 (67,2; 81,1)*,**	74,9 (64,3; 81,1)*,**	73,7 (62,9; 83,2)*,**
V, %	94,4 (88,5; 105,5)	92,4 (76,2; 105,5)	88,9 (84,7; 100,9)	20,8 (19,8; 27)*	20,7 (18,2; 25,6)*	18,5 (13,8; 22,3)*	88,5 (80,2; 100,9)**	80,7 (60,7; 94,4)*,**	79,5 (70,1; 84,7)**
VII, %	77,1 (73; 88,6)	84 (73; 90,7)	85,5 (70,6; 92,9)	36,9 (35,5; 38,8)*	32,15 (27,6; 38,8)*	35 (23,1; 42,9)*	48,5 (42,5; 49,9)*,**	46,2 (38,2; 63)*,**	45,6 (35,8; 56,4)*,**
VIII, %	157,1 (126,8; 214,7)	146,1 (115; 162,5)	132 (120,1; 203,4)	–	–	–	211,4 (168,8; 253,4)*	196,1 (162,5; 260,7)*	215,5 (133; 266,4)*
IX, %	142,1 (129,5; 169,4)	156 (134; 186)	132,1 (107,9; 139,2)	–	–	–	167,7 (130,9; 192,1)*	165,9 (126,9; 202,5)*	159,2 (148,4; 176,6)*
X, %	87,4 (82,5; 93,8)	94,5 (78,9; 103,5)	90,5 (83,5; 96,1)	51 (44,8; 55,9)*	50,6 (40,3; 59,2)*	45,6 (44,1; 53,9)*	65,3 (58,1; 73,2)*,**	60,3 (52,4; 76,4)*,**	64 (57; 69,4)*,**
XI, %	103,8 (81,4; 122,6)	119,7 (104,5; 150,8)	115,5 (90,9; 141,2)	–	–	–	72,6 (53,5; 96,9)*	80,6 (64; 113,4)*	81,1 (69,8; 93,5)*
XII, %	176,1 (154,7; 209,6)	158,7 (110,8; 195,9)	133 (114,8; 139,8)	–	–	–	106,9 (85,9; 193,3)	96,2 (76,9; 131,3)*	86,9 (76,1; 126,6)*
XIII, %	124,3 (107,3; 136,6)	108,3 (85,6; 135)	92,2 (86,6; 100,3)	71,2 (69,8; 85,4)*	63,05 (54; 81)*	58,3 (56; 79,6)*	84,2 (69,4; 94,6)*,**	66,6 (51,8; 79,3)*,**	80,6 (54,3; 92)*,**

Примечания: * достоверные различия по сравнению с этапом «До ИК» (p<0,05); ** достоверные различия по сравнению с этапом «Во время ИК» (p<0,05); ИК – искусственное кровообращение; Гр. – группа.

Table 2
Influence of cardiopulmonary bypass duration on the level of activity of plasma factors, Me (Q1; Q3)

Factor	Before CPB			During CPB			One day after CPB		
	Group 1	Group 2	Group 3	Group 1	Group 2	Group 3	Group 1	Group 2	Group 3
II, %	94.3 (91.9; 102)	99.4 (77.3; 107.7)	94.9 (81.1; 96.8)	48.9 (48; 56.5)*	44.4 (39.8; 48.9)*	48 (42.8; 50.9)*	77.3 (67.2; 81.1)*,**	74.9 (64.3; 81.1)*,**	73.7 (62.9; 83.2)*,**
V, %	94.4 (88.5; 105.5)	92.4 (76.2; 105.5)	88.9 (84.7; 100.9)	20.8 (19.8; 27)*	20.7 (18.2; 25.6)*	18.5 (13.8; 22.3)*	88.5 (80.2; 100.9)**	80.7 (60.7; 94.4)*,**	79.5 (70.1; 84.7)**
VII, %	77.1 (73; 88.6)	84 (73; 90.7)	85.5 (70.6; 92.9)	36.9 (35.5; 38.8)*	32.15 (27.6; 38.8)*	35 (23.1; 42.9)*	48.5 (42.5; 49.9)*,**	46.2 (38.2; 63)*,**	45.6 (35.8; 56.4)*,**
VIII, %	157.1 (126.8; 214.7)	146.1 (115; 162.5)	132 (120.1; 203.4)	–	–	–	211.4 (168.8; 253.4)*	196.1 (162.5; 260.7)*	215.5 (133; 266.4)*
IX, %	142.1 (129.5; 169.4)	156 (134; 186)	132.1 (107.9; 139.2)	–	–	–	167.7 (130.9; 192.1)*	165.9 (126.9; 202.5)*	159.2 (148.4; 176.6)*
X, %	87.4 (82.5; 93.8)	94.5 (78.9; 103.5)	90.5 (83.5; 96.1)	51 (44.8; 55.9)*	50.6 (40.3; 59.2)*	45.6 (44.1; 53.9)*	65.3 (58.1; 73.2)*,**	60.3 (52.4; 76.4)*,**	64 (57; 69.4)*,**
XI, %	103.8 (81.4; 122.6)	119.7 (104.5; 150.8)	115.5 (90.9; 141.2)	–	–	–	72.6 (53.5; 96.9)*	80.6 (64; 113.4)*	81.1 (69.8; 93.5)*
XII, %	176.1 (154.7; 209.6)	158.7 (110.8; 195.9)	133 (114.8; 139.8)	–	–	–	106.9 (85.9; 193.3)	96.2 (76.9; 131.3)*	86.9 (76.1; 126.6)*
XIII, %	124.3 (107.3; 136.6)	108.3 (85.6; 135)	92.2 (86.6; 100.3)	71.2 (69.8; 85.4)*	63.05 (54; 81)*	58.3 (56; 79.6)*	84.2 (69.4; 94.6)*,**	66.6 (51.8; 79.3)*,**	80.6 (54.3; 92)*,**

Notes: * significant differences compared to the stage «Before CPB» (p<0.05); ** significant differences compared to the stage «During CPB» (p<0.05); CPB – Cardiopulmonary bypass.

фактором, активность которого была выше исходного, являлся фактор IX у всех 3 групп. Из полученных данных видно, что длительность ИК влияет лишь на восстановление активности фактора XII.

Для оценки влияния изменений активности факторов плазменного гемостаза на объем кровопотери (табл. 3) пациенты были разделены на 2 группы: 4-я группа (n=20) – кровопотеря менее 500 мл за 24 часа; 5-я группа (n=20) – кровопотеря менее 500 мл за 24 часа. Между этими группами не было достоверных различий по длительности ИК.

Как видно из табл. 3, объем кровопотери за 24 часа не зависел от изменения активности факторов II, V, VII, X, XI, XII, XIII.

Активность VIII фактора плазменного звена гемостаза достоверно влияла ($p<0,05$) на объем кровопотери за 24 часа и была различной в группе 4 и группе 5. При этом активность была достоверно выше исходных значений в обеих группах.

Во время ИК отмечалось снижение активности фактора V и фактора VII ниже критического значения в 50% в обеих группах. Через сутки после операции активность всех факторов, кроме VII, становилась более 50%.

Таблица 3
Влияние активности факторов плазменного звена гемостаза на объем кровопотери, Ме (Q1; Q3)

Фактор	До ИК		Во время ИК		Через сутки после ИК	
	Гр. 4	Гр. 5	Гр. 4	Гр. 5	Гр. 4	Гр. 5
II, %	90,9 (88,5; 103,4)	98,1 (79,2; 102)	47,6 (39,8; 54,3)*	47,1 (40,2; 48,9)*	77,3 (70,4; 88,5)*,**	73,7 (63,6; 76,4)*,**
V, %	88,7 (77; 102,1)	95,4 (85,7; 105,5)	21 (17,8; 26,5)*	20,5 (18,1; 25,2)*	86,6 (66,9; 102,1)**	80,7 (70,1; 89,5)*,**
VII, %	83,6 (65; 93,1)	81,7 (73; 91,8)	36,7 (27,4; 41,9)*	35,3 (29,7; 38,8)*	48,3 (38,1; 66,3)*,**	44,23 (38,2; 51,7)*,**
VIII, %	153,8 (117,3; 220,4)	138,6 (120,1; 163,8)	–	–	228,4 (175,3; 299,8)*	190 (147,2; 215,5)*
IX, %	137,1 (123,6; 192,1)	142,1 (129,5; 167,7)	–	–	177,9 (133,6; 220,3)*	159,2 (126,9; 172,5)*
X, %	88,5 (80,7; 104,2)	93,3 (81,7; 101)	51,3 (42,2; 57,3)*	46,4 (42,2; 54,7)*	63,1 (54,9; 79)*,**	60,3 (54,7; 68,4)*,**
XI, %	121,2 (100; 144,4)	106,3 (90,9; 125,3)	–	–	85 (63,8; 105,7)*	78,9 (61,5; 88,5)*
XII, %	170,8 (110,8; 243,9)	149,8 (114,8; 190,7)	–	–	116,5 (80,2; 156,7)*	91,9 (76,9; 113,5)*
XIII, %	106,3 (94,7; 131,5)	101,1 (80,1; 146,1)	68,9 (58,1; 83,3)*	65 (51; 79)*	71,4 (57,5; 90,8)*,**	73,6 (52,8; 86,3)*,**

Примечания: * достоверные различия по сравнению с этапом «До ИК» ($p<0,05$); ** достоверные различия по сравнению с этапом «Во время ИК» ($p<0,05$); ИК – искусственное кровообращение; Гр. – группа.

Table 3**Influence of the activity of coagulation factors on the volume of blood loss, Me (Q1; Q3)**

Factor	Before CPB		During CPB		One day after CPB	
	Group 4	Group 5	Group 4	Group 5	Group 4	Group 5
II, %	90.9 (88.5; 103.4)	98.1 (79.2; 102)	47.6 (39.8; 54.3)*	47.1 (40.2; 48.9)*	77.3 (70.4; 88.5)*,**	73.7 (63.6; 76.4)*,**
V, %	88.7 (77; 102.1)	95.4 (85.7; 105.5)	21 (17.8; 26.5)*	20.5 (18.1; 25.2)*	86.6 (66.9; 102.1)**	80.7 (70.1; 89.5)*,**
VII, %	83.6 (65; 93.1)	81.7 (73; 91.8)	36.7 (27.4; 41.9)*	35.3 (29.7; 38.8)*	48.3 (38.1; 66.3)*,**	44.23 (38.2; 51.7)*,**
VIII, %	153.8 (117.3; 220.4)	138.6 (120.1; 163.8)	–	–	228.4 (175.3; 299.8)*	190 (147.2; 215.5)*
IX, %	137.1 (123.6; 192.1)	142.1 (129.5; 167.7)	–	–	177.9 (133.6; 220.3)*	159.2 (126.9; 172.5)*
X, %	88.5 (80.7; 104.2)	93.3 (81.7; 101)	51.3 (42.2; 57.3)*	46.4 (42.2; 54.7)*	63.1 (54.9; 79)*,**	60.3 (54.7; 68.4)*,**
XI, %	121.2 (100; 144.4)	106.3 (90.9; 125.3)	–	–	85 (63.8; 105.7)*	78.9 (61.5; 88.5)*
XII, %	170.8 (110.8; 243.9)	149.8 (114.8; 190.7)	–	–	116.5 (80.2; 156.7)*	91.9 (76.9; 113.5)*
XIII, %	106.3 (94.7; 131.5)	101.1 (80.1; 146.1)	68.9 (58.1; 83.3)*	65 (51; 79)*	71.4 (57.5; 90.8)*,**	73.6 (52.8; 86.3)*,**

Notes: * significant differences compared to the stage «Before CPB» ($p < 0.05$); ** significant differences compared to the stage «During CPB» ($p < 0.05$); CPB – Cardiopulmonary bypass.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ИК – это травматическая процедура, которая связана с дефектами в системе коагуляции. Большинство пациентов эти многофакторные явления хорошо переносят, однако у некоторых развиваются серьезные осложнения. Существует ряд сложных последовательностей событий, которые могут привести к коагулопатии, чрезмерной послеоперационной кровопотере, чрезмерному переливанию компонентов крови, необходимости повторных операций, а также развитию инфекционных осложнений. В большинстве кардиохирургических отделений эти явления лечат эмпирически, поскольку диагностические тесты, необходимые для выявления основных конкретных причин патологий, трудно выполнить, они труднодоступны и плохо изучены. Понимание основных механизмов и причин активации коагуляции, воспаления, дисфункции тромбоцитов и фибринолиза во время ИК может оказать дополнительную помощь кардиохирургам, анестезиологам-реаниматологам и другим вовлеченным медицинским работникам в эффективном использовании технических и фармацевтических возможностей, которые доступны в настоящее время, что снижает риск осложнений, связанных с послеоперационным кровотечением.

Вклад авторов: концепция и дизайн исследования, сбор материала, обработка, написание текста – Селюн Ю.А., Возжаева Л.Б., Шкет А.П.; сбор материала – Трунова Н.А.; концепция и дизайн исследования, редактирование – Римашевский В.В., Островский Ю.П.

Authors' contribution: concept and design of the study, collection of material, processing, writing of the text – Seliun Yu., Vozjaeva L., Shket A.; collection of material – Trunova N.; concept and design of the study, editing – Rymasheuski U., Ostrovsky Yu.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Moulton M.J. (2017) Re-exploration for bleeding is a risk factor for adverse outcome after cardiac operations. *J Thorac Cardiovasc Surg.*, vol. 111, pp. 1037–1046.
 2. Parr K.G. (2003) Multivariate predictors of blood product use in cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.*, vol. 17, pp. 176–181.
 3. Sellman M. (1997) Reoperations for bleeding after coronary artery bypass procedures during 25 years. *Eur J Cardiothorac Surg.*, vol. 11, pp. 521–527.
 4. Ottino G. (1987) Major sternal wound infection after open heart surgery: a multivariate analysis of risk factors in 2,579 consecutive operative procedures. *Ann Thorac Surg.*, vol. 44, pp. 173–179.
 5. Zacharias A. (2016) Factors predisposing to median sternotomy complications. Deep vs superficial infection. *Chest*, vol. 110, pp. 1173–1178.
-

Подана/Submitted: 15.07.2021

Принята/Accepted: 18.10.2021

Контакты/Contacts: docyuryseliun@gmail.com, ashket@tut.by, lorimar1006@gmail.com, farma79@mail.ru, rimwlad@gmail.com, youryost@yahoo.com