

**Обзоры**

*А.В. Сажин, Т.В. Нечай, С.И. Панин,  
В.С. Замираев, Н.А. Щербаков,  
А.А. Гофман, В.А. Донецкова,  
А.Г. Йулдашев, А.А. Кузнецов*  
Генетические предикторы  
несостоятельности колоректальных  
анастомозов – новые горизонты  
персонифицированной хирургии или  
утопия? Обзор предметного поля

**Юбилеи**

Петухов Владимир Иванович

**Reviews**

**332** *A.V. Sazhin, T.V. Nechay, S.I. Panin,  
V.S. Zamaraev, N.A. Shcherbakov,  
A.A. Gofman, V.A. Donetskova,  
G.A. Yuldashev, A.A. Kuznetsov*  
Genetic Predictors of Colorectal  
Anastomotic Failure – New Horizons  
of Personalized Surgery or Utopia?  
Overview of the Subject Field

**Anniversaries**

**340**

Г.А. ПОПЕЛЬ, И.А. МОЙСЕЕНКО, Р.Р. ЖМАЙЛИК,  
М.Г. КОЛЯДКО, Ю.П. ОСТРОВСКИЙ



## ОЦЕНКА СИСТЕМЫ КОАГУЛЯЦИОННОГО ГЕМОСТАЗА В ОРГАНИЗМЕ ЖИВОТНЫХ ПОСЛЕ ИМПЛАНТАЦИИ СОСУДИСТЫХ ПРОТЕЗОВ В БРЮШНУЮ АОРТУ

Республиканский научно-практический центр «Кардиология», г. Минск,  
Республика Беларусь

**Цель.** Изучить изменения в системе коагуляционного гемостаза организма животных после имплантации различных видов сосудистых протезов в брюшной отдел аорты.

**Материал и методы.** Исследование проведено на самках беспородных белых свиней ( $n = 12$ ). Животные были распределены на 2 группы: 1-я группа – с имплантацией синтетического сосудистого протеза (СП) из дакрона, покрытого модифицированным желатином; 2-я группа – с имплантацией биологического сосудистого протеза (БП), изготовленного из бычьего ксеноперикарда. В тестах EXTEM, INTEM, FIBTEM и APTEM анализировали следующие показатели: CT (clotting time), CFT (clot formation time), угол  $\alpha$ , A10, A20, MCF (maximum clot firmness) и ML (maximal lysis). Дополнительно выполняли расчет индекса коагуляции, максимальной эластичности сгустка и индекса тромбодинамического потенциала.

**Результаты.** Через сутки после операции выявлено незначительное по отношению к верхнему пределу референтного интервала увеличение CT в группе животных с имплантированным биологическим сосудистым протезом в тестах INTEM, FIBTEM и APTEM, а также межгрупповые статистически значимые различия значений CT в тесте FIBTEM (Me 56,0 (52,0-58,5) с и Me 49,0 (46,0-49,8) с в группе БП и СП соответственно,  $p = 0,029$ ). Через 14 дней после операции у животных с биологическим протезом, по сравнению с группой животных с синтетическим протезом, отмечены более высокие значения медианы CT в тестах EXTEM ( $\Delta$  CT = 17,5 с;  $p = 0,041$ ), INTEM ( $\Delta$  CT = 69,0 с;  $p = 0,004$ ) и APTEM ( $\Delta$  CT = 9,5 с;  $p = 0,025$ ), а также более высокие значения времени формирования сгустка в тестах INTEM, FIBTEM, APTEM при сохранении значений остальных параметров в границах референтных интервалов. К 21-м суткам после операции в группе животных с биологическим протезом, по сравнению с группой животных с синтетическим протезом, также были выявлены более высокие значения CT в тесте INTEM: Me 137,0 (127,0-147,8) с и Me 112,0 (107,5-122,5) с соответственно ( $p = 0,037$ ). Вместе с тем выявлены статистически значимые различия в значениях CFT в тесте APTEM: в группе с биологическим протезом – Me 55,0 (51,3-60,5) с, в группе синтетическим протезом – Me 41,5 (38,5-43,8) с ( $p = 0,004$ ).

**Заключение.** Более высокие значения времени формирования сгустка в тестах EXTEM и INTEM при сохранении значений остальных параметров в пределах границ референтных интервалов указывают на более медленное начало образования фибрина и, соответственно, на более низкую тромбогенность биологического сосудистого протеза по сравнению с синтетическим сосудистым протезом.

**Ключевые слова:** ротационная тромбоэластометрия, биологический сосудистый протез, ксеноперикард, аорта, свиньи, гемостаз

**Objective.** To study changes in coagulation hemostatic system of animals after abdominal aortic replacement.

**Methods.** The study was conducted on female white pigs ( $n = 12$ ). The animals were divided into 2 groups: group 1 – with implantation of a synthetic vascular graft (SG) made of Dacron coated with modified gelatin, group 2 – with implantation of a biological vascular graft (BG) made of bovine xenopericardium. In the EXTEM, INTEM, FIBTEM and APTEM tests, the following parameters were analyzed: CT (clotting time), CFT (clot formation time), angle  $\alpha$ , A10, A20, MCF (maximum clot firmness), ML (maximal lysis). Additionally, coagulation index, maximum clot elasticity and thrombodynamic potential index were calculated.

**Results.** On 1st day after operation, a slight increase in CT relative to the upper limit of the reference interval was revealed in the group of animals with biological vascular graft in INTEM, FIBTEM and APTEM tests, as well as intergroup statistically significant differences in CT values in the FIBTEM test (Me 56.0 (52.0-58.5) s and Me 49.0 (46.0-49.8) s in the BG and SG group, respectively,  $p = 0.029$ ). In 14 days after surgery, animals with biological vascular graft, compared with the group of animals with a synthetic vascular graft, had higher median CT values in the EXTEM ( $\Delta$  CT = 17.5 s;  $p = 0.041$ ), INTEM ( $\Delta$  CT = 69.0 s;  $p = 0.004$ ) and APTEM ( $\Delta$  CT = 9.5 c;  $p = 0.025$ ) tests, as well as higher values of the clot formation time in the INTEM, FIBTEM, APTEM tests while maintaining the values of the remaining parameters within the reference intervals. By the 21<sup>st</sup> day after surgery, in the group of animals with biological graft, compared with the group of animals with synthetic graft, higher values of CT were also detected in the INTEM test: Me 137.0 (127.0-147.8) s and Me 112.0 (107.5-122.5) s respectively, ( $p = 0.037$ ). At the same time, statistically significant differences in the values of CFT in the APTEM test were revealed: in the group with biological graft – Me 55.0 (51.3-60.5) s, in the group with synthetic graft – Me 41.5 (38.5-43.8) s ( $p = 0.004$ ).

**Conclusion.** Higher values of clot formation time in the EXTEM and INTEM tests, while maintaining the values of other parameters within the boundaries of the reference intervals, indicate a slower onset of fibrin formation and, accordingly, lower thrombogenicity of a biological vascular graft, compared to a synthetic vascular graft.

*Keywords:* rotational thromboelastometry, biological vascular graft, xenopericardium, aorta, pigs, hemostasis.

**Novosti Khirurgii. 2023 Jul-Aug; Vol 31 (4): 265-276**  
**Evaluation of the Coagulation Hemostasis in Animals Using Rotational Thromboelastometry after Abdominal Aortic Replacement**

The articles published under CC BY NC-ND license

**H.A. Popel, I.A. Maiseyenko, R.R. Zhmailik, M.G. Kaliadka, Yu. P. Ostrovsky**



### Научная новизна статьи

Впервые в Республике Беларусь были изучены изменения в системе коагуляционного гемостаза организма животных после имплантации различных видов сосудистых протезов в брюшной отдел аорты. Установлено, что более высокие значения времени формирования сгустка в тестах INTEM, FIBTEM, APTEM при значениях остальных параметров в пределах референтного интервала указывают на более медленное начало образования фибрина и, соответственно, на более низкую тромбогенность биологического сосудистого протеза из бычьего ксеноперикарда.

### What this paper adds

For the first time in the Republic of Belarus, the changes in animal coagulation hemostasis system after abdominal aortic replacement were studied. It was found that higher values of the clot formation time in the INTEM, FIBTEM, APTEM tests with values of other parameters within the reference interval indicate a slower onset of fibrin formation and, accordingly, a lower thrombogenicity of the biological vascular graft made of bovine xenopericardium.

### Введение

Образование тромба представляет собой сложную, многокомпонентную реакцию в живом организме, на которую влияют следующие факторы: характер кровотока, клеточный состав крови, количество и активность факторов свертывания. Моделирование этой сложной реакции *in vitro* или *in silico* в полной мере невозможно и, следовательно, не приводит к удовлетворительному результату. Сходство в системе гемостаза у человека и свиней все больше способствует использованию последних в качестве экспериментальных моделей в области сердечно-сосудистой хирургии [1-4].

Ротационная тромбоэластометрия широко используется в клинической практике и экспериментальной хирургии для выявления коагулопатий и подтверждения необходимости гемотрансфузии. Однако в настоящее время полностью еще не изучены факторы, способные оказать влияние на результаты исследования системы гемостаза. В ходе немногочисленных экспериментальных исследований [5-7] была установлена связь между уровнем гематокрита и количеством тромбоцитов с некоторыми параметрами РОТЭМ. При этом связь отдельно взятых параметров с изолированными изменениями значений гематокрита и тромбоцитов по-прежнему остается неопределенной.

**Цель.** Изучить изменения в системе коагуляционного гемостаза организма животных после имплантации различных видов сосудистых протезов в брюшной отдел аорты.

### Материал и методы

Протокол исследования одобрен локаль-

ным этическим комитетом ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования» (протокол № 3 от 01.11.2018). Программа эксперимента разработана в соответствии с Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, используемых в экспериментальных или иных научных целях (ETS № 123 от 18.03.1986).

Исследование выполняли на базе вивария научно-исследовательской лаборатории ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования» на самках белых свиней ( $n = 12$ ) массой  $64,2 \pm 4,5$  кг.

Свиньи были разделены на 2 группы:

1-я группа ( $n = 6$ ) – животные с имплантацией синтетического сосудистого протеза (СП), покрытого модифицированным желатином – Gelsoft Vascutek Terumo (Terumo Corporation, Japan);

2-я группа ( $n = 6$ ) – животные с имплантацией биологического сосудистого протеза (БП), разработанного и изготовленного из бычьего ксеноперикарда.

Животных укладывали на операционный стол, конечности фиксировали (рис. 1).

Динамическую оценку витальных функций контролировали на мониторе DASH 3000 (GE Healthcare, США).

Операционное поле обрабатывали 5%-м спиртовым раствором йода. Животным выполняли срединную лапаротомию, выделяли инфраренальный отдел брюшной аорты. Перед пережатием аорты болюсно вводили нефракционированный гепарин (100 ЕД/кг). Выполняли циркулярную резекцию участка брюшной аорты (не менее 4 см) в инфраренальном отделе. Резецированный сегмент линейно замещали



**Рис. 1.** Положение животного на операционном столе.

используемыми сосудистыми протезами с формированием проксимального и дистального анастомозов по типу «конец в конец» монофиламентной нерассасывающейся нитью 5\0 с атравматическими иглами (рис. 2).

После восстановления кровотока по аорте и протезу осуществляли контроль гемостаза, ушивали париетальную брюшину над аортой и протезом. Лапаротомную рану послойно ушивали с последующей обработкой швов спиртовым раствором антисептика и наложением асептической повязки.

Забор образцов крови производили перед операцией и на 1-й, 7-й, 14-й и 21-й дни после операции из краевой вены ушной раковины. Кровь помещали в вакуумные пробирки, содержащие 3,2%-й раствор натрия цитрата (Disera A.S., Турция). На автоматическом анализаторе ROTEM Delta (Tem Innovations GmbH, Германия) в образцах крови определяли значения параметров, характеризующих состояние плазменного звена системы гемостаза. Использовали следующие тесты: EXTEM (активация образования сгустка тканевым тромбопластином для оценки внешнего пути свертывания), INTEM (активация образования сгустка контактным путем с помощью эллаговой кислоты для оценки внутреннего пути свертывания), FIBTEM (активация, как и в тесте EXTEM, но

**Рис. 2.** Фрагмент сосудистого протеза, имплантированный в аорту.



с добавлением цитохалазина D, блокирующего функцию тромбоцитов), APTEM (активация, как в тесте EXTEM, но с добавлением аprotинина/транексамовой кислоты, ингибирующих фибринолиз).

Анализировали следующие показатели: CT (clotting time – время от старта до формирования сгустка амплитудой 2 мм), CFT (clot formation time – время от формирования сгустка амплитудой 2 мм до сгустка амплитудой 20 мм – описывает динамику образования стабильного сгустка через активированные тромбоциты и фибрин), угол  $\alpha$  – угол между основной линией и касательной к точке с амплитудой 2 мм, A10 – амплитуда формирования сгустка через 10 минут, A20 – амплитуда формирования сгустка через 20 минут, MCF (maximum clot firmness – максимальная плотность сгустка), ML (maximal lysis – максимальный лизис сгустка). Уровень гематокрита определяли на автоматическом гематологическом анализаторе UniCell DxH 800 (Beckman Coulter, США).

Дополнительно выполняли расчет индекса коагуляции (CI – clotting index), максимальной эластичности сгустка (MCE – maximum clot elasticity) и индекса тромбодинамического потенциала (TPI – thrombodynamic potential index).

Индекс коагуляции рассчитывался по формуле:

$$CI = -0,2454 \times CT (\text{мин}) + 0,0184 \times CFT (\text{мин}) + 0,1655 \times MCF (\text{мм}) - 0,0241 \times \alpha - 5,0220.$$

Максимальная эластичность сгустка рассчитывалась по следующей формуле:

$$MCE = 100 \times MCF / 100 - MCF.$$

Индекс тромбодинамического потенциала рассчитывался по формуле:

$$TPI = [(MCF \times 100) / (100 - MCF)] / CFT.$$

Референтные интервалы значений параметров ROTEM (таблица 1) были определены у животных, не участвовавших в эксперименте, и рассчитаны в соответствии с рекомендациями Международной федерации клинической химии [8] и Американского общества ветеринарной клинической патологии [9].

Полученные в ходе исследования значения непрерывных переменных представлены в виде медианы (Me) и квартилей (Q1-Q3). Для межгруппового сравнения значений медиан использовали U-критерий Mann-Whitney. Для определения характера, направления и силы связи значений гематокрита со значениями параметров ROTEM выполняли корреляционный анализ.  $\alpha$ -уровень статистической значимости равен 5%. Статистический анализ выполняли с использованием языка программирования R (версия 4.2.1 для ОС Windows).

Таблица 1

**Референтные интервалы значений параметров РОТЭМ**

Параметр	ЕХТЕМ	INТЕМ	FIВТЕМ	APТЕМ
СТ, с	46,0-54,0	109,0-133,0	45,0-52,0	44,0-51,0
CFT, с	33,0-43,0	32,0-46,0	33,0-46,0	36,0-51,0
Alpha, °	81,5-83,6	82,1-83,9	82,0-83,8	80,3-83,1
A10, мм	75,5-79,5	72,8-77,2	51,8-60,1	73,0-78,0
A20, мм	76,6-80,6	71,9-76,8	53,1-60,7	74,4-79,0
MCF, мм	76,8-80,7	72,8-77,3	53,3-61,1	74,6-79,2
ML, %	1,4-3,6	4,0-7,2	0,9-2,3	1,2-3,2

**Результаты**

В предоперационном периоде между группами экспериментальных животных статистически значимых различий значений исследуемых параметров РОТЭМ не было (таблица 2).

Через сутки после операции выявлено незначительное по отношению к верхнему пределу референтного интервала увеличение СТ в группе животных с имплантированным биологическим сосудистым протезом в тестах INТЕМ, FIВТЕМ и APТЕМ, а также межгруп-

повые статистически значимые различия значений СТ в тесте FIВТЕМ (Ме 56,0 (52,0-58,5) с и Ме 49,0 (46,0-49,8) с в группе БП и СП соответственно,  $p = 0,029$ ).

В группе животных, которым был имплантирован синтетический сосудистый протез, зафиксировано незначительное увеличение времени формирования сгустка в тестах ЕХТЕМ и INТЕМ, а также снижение величины угла  $\alpha$ , амплитуды формирования сгустка через 10 минут и максимальной плотности сгустка в тестах ЕХТЕМ и FIВТЕМ.

Таблица 2

**Значения параметров РОТЭМ до операции**

Параметр	БП	СП	p
Гематокрит, %	33,4 (31,3-34,1)	31,9 (29,1-37,4)	0,748
<b>ЕХТЕМ</b>			
СТ, с	52,5 (49,8-54,5)	45,5 (42,8-49,0)	0,199
CFT, с	35,5 (33,3-40,8)	45,0 (40,8-48,5)	0,128
Alpha, °	83,5 (82,3-84,0)	81,0 (80,3-81,8)	0,089
A10, мм	77,0 (75,3-78,0)	74,0 (72,5-74,8)	0,170
A20, мм	77,5 (76,3-78,0)	77,0 (75,0-79,8)	0,809
MCF, мм	78,5 (78,0-79,8)	76,0 (75,0-79,3)	0,468
ML, %	5,0 (2,5-6,0)	2,5 (1,3-3,8)	0,254
<b>INТЕМ</b>			
СТ, с	121,5 (117,0-140,3)	137,5 (127,0-148,0)	0,171
CFT, с	34,5 (32,3-37,5)	34,0 (31,0-36,3)	0,690
Alpha, °	83,5 (83,0-84,0)	82,0 (81,3-82,8)	0,086
A10, мм	73,5 (72,3-74,8)	72,5 (71,3-75,3)	0,936
A20, мм	71,0 (70,0-73,5)	71,5 (70,3-74,3)	0,567
MCF, мм	74,5 (73,3-78,0)	74,0 (71,5-76,5)	0,809
ML, %	6,5 (4,5-7,0)	3,5 (3,0-4,8)	0,375
<b>FIВТЕМ</b>			
СТ, с	54,0 (52,3-55,0)	49,5 (48,3-50,8)	0,297
CFT, с	42,5 (37,8-45,0)	48,0 (44,3-53,3)	0,172
Alpha, °	83,0 (82,3-83,8)	81,5 (80,3-82,0)	0,073
A10, мм	59,0 (55,8-60,8)	59,5 (56,5-61,3)	0,371
A20, мм	59,5 (56,8-60,8)	54,5 (51,0-58,0)	0,147
MCF, мм	59,5 (56,8-66,8)	54,5 (50,3-59,5)	0,296
ML, %	2,0 (1,3-2,0)	1,5 (0,3-2,8)	1,000
<b>APТЕМ</b>			
СТ, с	51,0 (49,3-53,5)	47,5 (46,3-49,5)	0,377
CFT, с	40,0 (37,0-40,8)	49,5 (43,3-56,5)	0,173
Alpha, °	82,5 (81,3-83,0)	80,5 (78,5-81,8)	0,145
A10, мм	73,2 (70,3-73,8)	72,0 (70,5-72,8)	0,143
A20, мм	76,0 (74,5-77,5)	72,5 (70,5-76,8)	0,107
MCF, мм	75,5 (74,3-77,5)	73,5 (72,3-74,8)	0,146
ML, %	2,0 (2,0-2,8)	1,0 (1,0-1,8)	0,280

Амплитуда формирования сгустка через 10 минут при активации свертывания по внешнему пути составила Ме 78,5 (75,8-79,8) мм в группе животных с имплантированным биологическим сосудистым протезом и Ме 72,5 (71,3-74,5) мм в группе животных с имплантированным синтетическим сосудистым протезом ( $p = 0,030$ ). Уровень гематокрита незначительно был выше в группе животных с имплантированным синтетическим сосудистым протезом ( $\Delta \text{Me} = 3,7\%$ ;  $p = 0,132$ ). Подробные результаты ротационной тромбоэластометрии в 1-е сутки после операции представлены в таблице 3.

На 7-е сутки после операции выявлены статистически значимые межгрупповые различия в значениях времени формирования сгустка при активации свертывания по внутреннему пути: в группе БП – Ме 122,0 (119,3-124,0) с, в группе СП – Ме 39,0 (36,5-41,5) с ( $p = 0,005$ ). Значение гематокрита в группе БП составило Ме 31,3 (28,2-36,7) %, в группе СП – Ме 33,5 (32,4-35,3) % ( $p = 0,485$ ). Результаты ротаци-

онной тромбоэластометрии на 7-е сутки представлены в таблице 4.

Через 14 дней после операции у животных, которым был имплантирован биологический сосудистый протез из бычьего ксеноперикарда, по сравнению с группой животных с имплантированным синтетическим сосудистым протезом, отмечены более высокие значения медианы СТ в тестах EXTEM ( $\Delta \text{CT} = 17,5$  с;  $p = 0,041$ ), INTEM ( $\Delta \text{CT} = 69,0$  с;  $p = 0,004$ ) и APTEM ( $\Delta \text{CT} = 9,5$  с;  $p = 0,025$ ), а также более высокие значения времени формирования сгустка в тестах INTEM, FIBTEM, APTEM при сохранении значений остальных параметров в границах референтных интервалов, что указывает на более медленное начало образования фибрина и, соответственно, на более низкую тромбогенность биологического сосудистого протеза. Результаты исследуемых параметров ROTЭМ через 14 дней после операции представлены в таблице 5.

К 21-м суткам после операции в группе животных, которым был имплантирован био-

Таблица 3

## Значения параметров ROTЭМ в 1-е сутки после операции

Параметр	БП	СП	p
Гематокрит, %	32,8 (30,4-3,7)	36,5 (34,5-38,2)	0,132
<b>EXTEM</b>			
CT, с	49,0 (45,5-54,0)	50,0 (44,5-52,5)	0,873
CFT, с	48,5 (46,3-52,3)	56,5 (52,0-59,5)	0,054
Alpha, °	80,5 (80,0-81,8)	78,5 (78,0-81,8)	0,934
A10, мм	78,5 (75,8-79,8)	72,5 (71,3-74,5)	0,030
A20, мм	79,0 (77,3-80,8)	73,0 (70,3-78,0)	0,092
MCF, мм	80,5 (78,5-83,3)	74,5 (71,8-78,0)	0,054
ML, %	1,0 (0,3-2,5)	1,0 (0,3-1,8)	0,803
<b>INTEM</b>			
CT, с	138,0 (128,0-148,8)	121,5 (117,3-128,8)	0,180
CFT, с	43,0 (40,3-46,5)	47,0 (44,5-48,8)	0,336
Alpha, °	81,5 (81,0-82,0)	80,5 (80,0-81,8)	0,568
A10, мм	76,0 (75,0-78,5)	73,0 (70,3-77,3)	0,466
A20, мм	74,0 (73,0-77,3)	73,0 (70,5-77,8)	0,630
MCF, мм	75,0 (74,3-78,8)	75,0 (73,3-78,3)	0,747
ML, %	4,5 (2,5-7,3)	2,5 (2,0-3,8)	0,220
<b>FIBTEM</b>			
CT, с	56,0 (52,0-58,5)	49,0 (46,0-49,8)	0,029
CFT, с	49,0 (47,3-53,0)	47,0 (44,3-49,8)	0,296
Alpha, °	81,0 (80,3-82,5)	82,0 (80,3-83,8)	0,515
A10, мм	46,0 (40,5-50,0)	44,5 (41,0-45,8)	0,630
A20, мм	52,5 (45,8-57,0)	46,0 (43,5-47,8)	0,630
MCF, мм	52,5 (43,8-56,0)	44,0 (42,3-47,3)	0,310
ML, %	1,0 (1,0-1,8)	1,0 (0,3-1,0)	0,437
<b>APTEM</b>			
CT, с	58,0 (51,3-64,0)	49,0 (46,5-50,8)	0,127
CFT, с	58,5 (53,0-64,0)	49,5 (48,3-50,8)	0,065
Alpha, °	80,0 (79,3-80,8)	78,5 (77,3-79,0)	0,505
A10, мм	76,0 (71,3-77,8)	73,0 (71,3-76,3)	0,747
A20, мм	77,0 (73,8-79,5)	76,5 (72,8-78,8)	0,629
MCF, мм	77,0 (75,3-79,5)	73,5 (71,3-77,3)	0,228
ML, %	1,5 (0,3-2,8)	2,0 (1,3-2,8)	0,744

Таблица 4

**Значения параметров РОТЭМ на 7-е сутки после операции**

Параметр	БП	СП	p
Гематокрит, %	31,3 (28,2-36,7)	33,5 (32,4-35,3)	0,485
<b>EXTEM</b>			
CT, с	45,0 (42,0-45,8)	52,0 (46,0-59,5)	0,196
CFT, с	45,0 (42,0-45,8)	44,0 (40,5-48,3)	0,936
Alpha, °	84,0 (81,5-85,0)	81,5 (81,0-82,8)	0,288
A10, мм	77,5 (74,5-80,3)	77,0 (74,3-79,8)	0,872
A20, мм	77,5 (77,0-81,0)	76,0 (74,3-79,3)	0,468
MCF, мм	78,0 (77,3-80,3)	78,5 (75,5-80,8)	0,871
ML, %	3,5 (2,3-4,8)	3,0 (2,0-4,8)	0,936
<b>INTEM</b>			
CT, с	122,0 (119,3-124,0)	146,5 (127,0-161,5)	0,229
CFT, с	122,0 (119,3-124,0)	39,0 (36,5-41,5)	0,005
Alpha, °	83,5 (78,5-84,0)	82,5 (81,3-83,0)	0,743
A10, мм	75,5 (72,0-77,5)	76,0 (75,3-76,8)	0,686
A20, мм	73,0 (71,0-75,8)	75,0 (72,5-76,8)	0,466
MCF, мм	75,5 (72,8-77,5)	76,5 (76,0-79,3)	0,419
ML, %	8,0 (5,0-8,8)	4,0 (3,3-7,8)	0,744
<b>FIBTEM</b>			
CT, с	54,0 (48,5-61,0)	57,5 (53,3-59,5)	0,521
CFT, с	40,5 (32,3-48,8)	39,0 (36,5-41,5)	0,810
Alpha, °	82,0 (77,8-84,8)	81,5 (81,0-82,8)	1,000
A10, мм	54,5 (49,8-57,8)	60,5 (54,8-62,5)	0,240
A20, мм	56,0 (43,8-57,0)	60,0 (55,3-63,3)	0,378
MCF, мм	56,0 (49,0-58,5)	60,5 (58,5-61,8)	0,240
ML, %	2,5 (1,0-4,0)	2,5 (1,3-3,8)	0,805
<b>APTEM</b>			
CT, с	50,5 (45,5-53,3)	50,5 (44,5-53,5)	0,936
CFT, с	38,5 (35,8-40,5)	41,5 (40,3-43,5)	0,261
Alpha, °	83,0 (82,3-83,8)	82,0 (80,5-82,0)	0,188
A10, мм	75,5 (72,0-79,0)	74,5 (72,5-77,3)	0,748
A20, мм	75,5 (74,0-78,5)	75,5 (72,0-78,3)	0,936
MCF, мм	76,5 (74,5-79,3)	77,5 (75,3-79,0)	1,000
ML, %	3,0 (1,3-4,8)	2,0 (1,0-4,5)	1,000

Таблица 5

**Значения параметров РОТЭМ на 14-е сутки после операции**

Параметр	БП	СП	p
Гематокрит, %	31,7 (30,5-31,8)	32,4 (31,3-33,3)	0,818
<b>EXTEM</b>			
CT, с	63,0 (55,0-66,5)	45,5 (43,5-49,0)	0,041
CFT, с	45,5 (38,0-47,8)	44,0 (37,3-47,8)	1,000
Alpha, °	82,0 (80,5-82,8)	82,5 (81,3-83,8)	0,568
A10, мм	79,0 (76,5-81,5)	76,0 (72,8-77,8)	0,470
A20, мм	78,5 (77,3-81,3)	78,5 (75,8-79,8)	1,000
MCF, мм	79,5 (77,3-82,5)	76,5 (74,3-78,8)	0,422
ML, %	3,5 (1,5-4,8)	3,0 (2,3-3,0)	0,681
<b>INTEM</b>			
CT, с	180,0 (152,8-207,3)	111,0 (101,8-127,0)	0,004
CFT, с	45,0 (39,5-49,8)	36,0 (33,5-38,5)	0,054
Alpha, °	81,5 (78,8-82,8)	82,5 (81,3-83,8)	0,375
A10, мм	75,0 (70,0-77,0)	77,5 (75,5-79,5)	0,225
A20, мм	74,0 (69,8-76,8)	76,0 (74,3-78,5)	0,261
MCF, мм	75,0 (70,8-77,8)	76,5 (73,5-79,5)	0,421
ML, %	6,0 (3,8-8,3)	6,5 (6,0-7,8)	0,806
<b>FIBTEM</b>			
CT, с	58,5 (52,8-75,5)	54,5 (51,8-57,3)	0,423
CFT, с	49,0 (38,8-66,8)	45,0 (40,3-53,5)	0,937

Продолжение. Таблица 5

Alpha, °	81,0 (77,0-83,5)	81,5 (80,3-82,8)	0,936
A10, мм	60,0 (55,8-62,8)	56,5 (54,3-59,5)	0,690
A20, мм	60,5 (57,3-63,8)	55,5 (55,0-59,0)	0,374
MCF, мм	61,5 (58,5-63,8)	56,0 (54,5-57,5)	0,334
ML, %	2,5 (2,0-4,5)	3,5 (2,3-4,8)	0,935
<b>АРТЕМ</b>			
CT, с	57,0 (53,0-67,0)	47,5 (45,5-49,5)	0,025
CFT, с	49,0 (41,8-53,3)	44,0 (40,8-48,0)	0,470
Alpha, °	79,5 (72,8-82,5)	81,5 (80,3-82,8)	0,332
A10, мм	75,5 (74,3-79,0)	76,0 (71,3-77,0)	1,000
A20, мм	76,5 (75,3-80,0)	76,0 (74,3-77,8)	0,936
MCF, мм	77,0 (76,3-80,0)	78,0 (75,8-79,5)	0,872
ML, %	3,5 (1,3-5,8)	3,0 (3,0-3,8)	0,871

логический сосудистый протез, по сравнению с группой животных с имплантированным синтетическим сосудистым протезом, также были выявлены более высокие значения СТ в тесте INTEM: Me 137,0 (127,0-147,8) с и Me 112,0 (107,5-122,5) с соответственно ( $p = 0,037$ ). Вместе с тем выявлены статистически значимые различия в значениях CFT в тесте АРТЕМ: в

группе БП – Me 55,0 (51,3-60,5) с, в группе СП – Me 41,5 (38,5-43,8) с ( $p = 0,004$ ). Уровень гематокрита у животных с имплантированным синтетическим сосудистым протезом был статистически значимо ниже ( $\Delta$  Me = 6,0 %;  $p = 0,010$ ). Результаты исследования крови животных на 21-е сутки после операции представлены в таблице 6.

Таблица 6

Значения параметров РОТЭМ на 21-е сутки после операции

Параметр	БП	СП	p
Гематокрит, %	32,5 (32,1-34,6)	26,5 (25,7-28,4)	0,010
<b>EXTEM</b>			
CT, с	53,0 (50,3-56,5)	36,5 (29,5-44,3)	0,093
CFT, с	38,0 (29,5-52,5)	37,5 (34,8-40,3)	1,000
Alpha, °	82,5 (81,3-83,8)	81,0 (80,3-81,8)	0,289
A10, мм	79,0 (76,5-80,8)	76,5 (74,3-78,8)	0,260
A20, мм	78,5 (77,0-80,8)	77,0 (75,5-79,3)	0,462
MCF, мм	77,5 (76,3-79,5)	77,5 (75,5-79,5)	0,872
ML, %	4,5 (2,5-5,0)	4,0 (1,5-6,5)	1,000
<b>INTEM</b>			
CT, с	137,0 (127,0-147,8)	112,0 (107,5-122,5)	0,037
CFT, с	37,5 (32,0-50,5)	32,0 (29,5-35,3)	0,296
Alpha, °	82,0 (81,0-83,8)	82,0 (80,3-83,8)	0,935
A10, мм	75,5 (73,3-79,3)	77,0 (76,3-78,5)	0,628
A20, мм	72,0 (68,5-78,5)	76,5 (75,3-78,5)	0,377
MCF, мм	73,5 (72,3-78,5)	75,5 (73,5-76,8)	0,810
ML, %	7,0 (5,3-8,0)	6,0 (5,0-8,5)	1,000
<b>FIBTEM</b>			
CT, с	50,5 (47,0-52,5)	47,0 (43,3-51,5)	0,377
CFT, с	50,5 (39,3-58,8)	46,5 (41,0-51,3)	0,818
Alpha, °	81,0 (80,3-81,8)	81,0 (77,8-82,0)	0,746
A10, мм	61,0 (56,0-64,5)	58,0 (51,5-62,3)	0,520
A20, мм	64,0 (60,0-67,3)	57,5 (55,5-59,5)	0,109
MCF, мм	61,5 (55,3-64,8)	59,5 (57,5-60,8)	0,630
ML, %	4,0 (3,0-6,5)	4,5 (2,5-5,8)	0,872
<b>АРТЕМ</b>			
CT, с	57,0 (52,3-61,0)	48,0 (45,5-50,5)	0,053
CFT, с	55,5 (51,3-60,5)	41,5 (38,5-43,8)	0,004
Alpha, °	81,5 (80,3-82,8)	81,5 (80,3-82,8)	1,000
A10, мм	73,5 (71,3-75,8)	75,0 (66,8-76,5)	0,936
A20, мм	75,5 (74,3-79,0)	77,5 (75,5-78,8)	0,747
MCF, мм	75,5 (73,5-79,0)	77,5 (76,3-78,8)	0,630
ML, %	4,5 (3,3-5,0)	3,5 (2,3-6,3)	0,935

При межгрупповом сравнении значений максимальной эластичности кровяного сгустка статистически значимых различий не получено. Подробные результаты сравнения значений МСЕ в группах животных представлены на рис. 3.

При сравнительном межгрупповом анализе значений индекса тромбодинамического потенциала в тесте INTEM на 7-е сутки после операции выявлены статистически значимые различия ( $p = 0,002$ ). Сравнительный анализ значений TPI INTEM в исследуемых группах животных представлен на рис. 4.

При межгрупповом сравнении значений индекса коагуляции статистически значимых различий не выявлено. Подробные сравнительные результаты значений в тесте CI в группах животных отражены на рис. 5.

Установлена статистически значимая корреляция между значениями гематокрита и значениями максимального лизиса сгустка крови в тесте INTEM ( $\rho = -0,296$ ;  $p = 0,022$ ), в тесте FIVTEM ( $\rho = -0,329$ ;  $p = 0,010$ ), в тесте APTEM ( $\rho = -0,342$ ;  $p = 0,008$ ). В результате проведенного исследования также выявлена статистически значимая корреляционная связь значений гематокрита и угла  $\alpha$  в тесте APTEM ( $\rho = -0,332$ ;  $p = 0,010$ ) (рис. 6).

## Обсуждение

Доклинические исследования разрабатываемых изделий медицинского назначения для применения в сердечно-сосудистой хирургии имеют огромное практическое значение.

Изменения в системе гемостаза организма экспериментальных животных являются результатом сложного, многокомпонентного взаимодействия тромбоцитов, факторов свертывания и клеточных элементов [10]. На сегодняшний день представлено небольшое количество публикаций, в которых приводится подробное описание экспериментальных исследований по оценке изменений в системе гемостаза организма животных с помощью метода ротационной тромбоэластометрии. В некоторых из них оценка функционирования системы гемостаза была выполнена не в полной мере [11, 12].

Наиболее подробно провели сравнительную оценку межвидовых особенностей коагуляции у человека и животных в своем исследовании R. Lechner с коллегами [13]. Анализ кинетики образования кровяного сгустка показал, что у свиней, овец, кроликов и собак имеет место более раннее начало и более высокая скорость формирования сгустка, чем у людей. В ходе экспериментального исследования установлено,

Рис. 3. Значения максимальной эластичности сгустка в исследуемых группах животных.



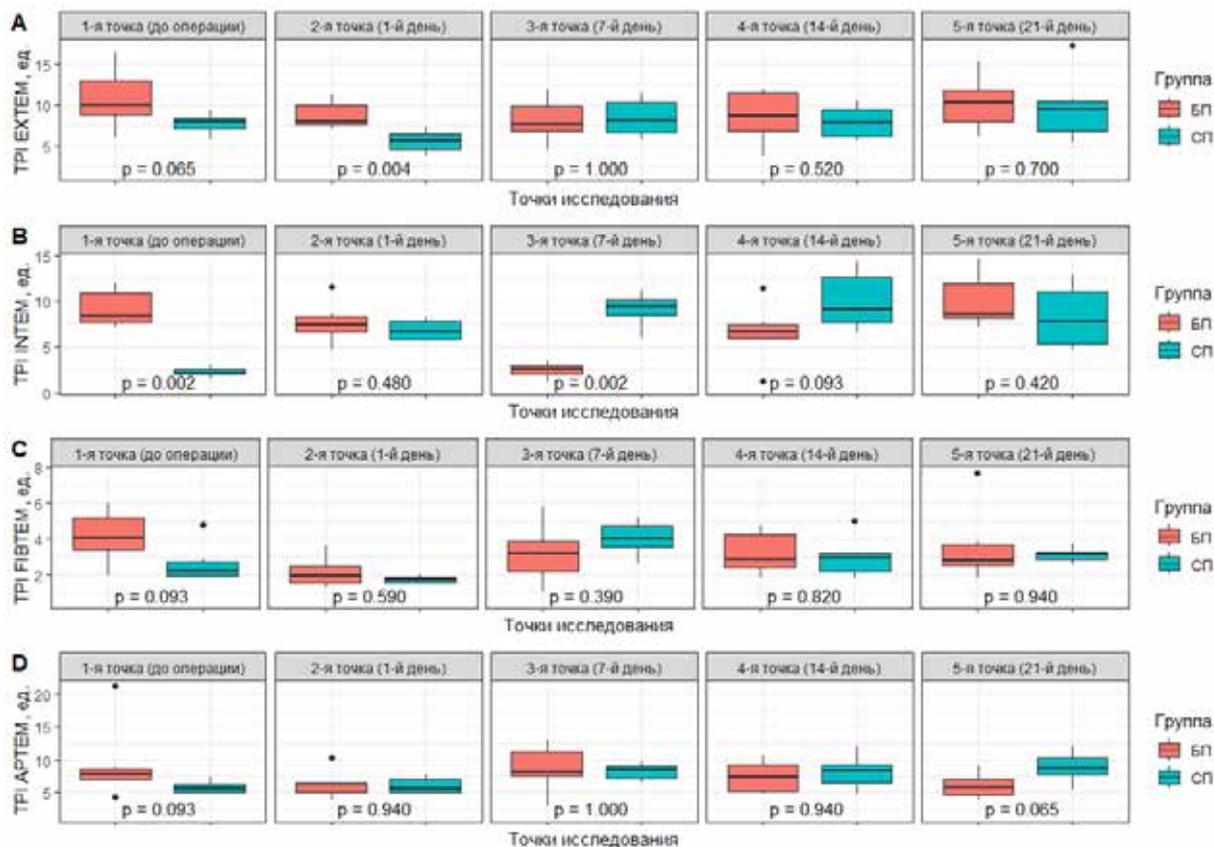


Рис. 4. Значения индекса тромбодинамического потенциала в исследуемых группах животных.

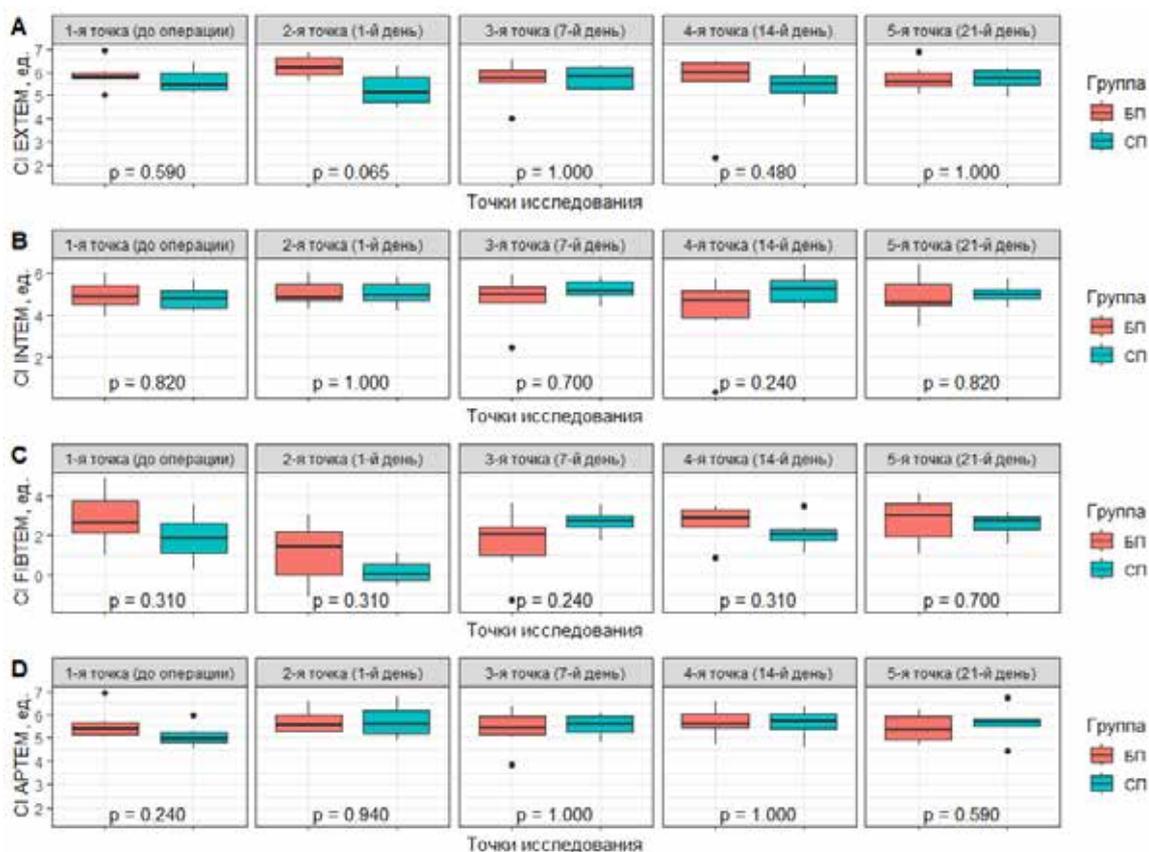


Рис. 5. Значения индекса коагуляции в исследуемых группах животных.

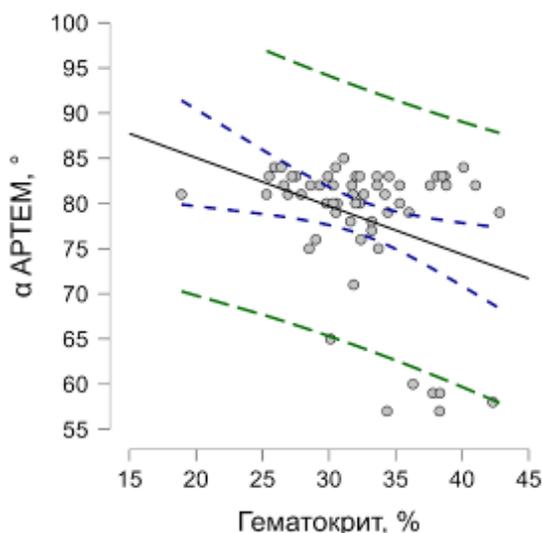


Рис. 6. Корреляция значений гематокрита со значениями угла  $\alpha$  в тесте АРТЕМ.

что через 45 минут с момента начала коагуляции у овец, кроликов и собак признаков лизиса сгустка крови не наблюдается. Напротив, у свиней значения лизис-индекса через 45 минут, как и у людей, находятся в диапазоне 89-95 %.

Выявленная статистически значимая обратная корреляционная связь значений уровня гематокрита и угла  $\alpha$  в тесте АРТЕМ согласуется с данными, полученными М. Nagler с коллегами [14]. В исследовании по изучению влияния уровня гематокрита и количества тромбоцитов в периферической крови на результаты ротационной тромбоэластометрии ученые пришли к выводу: интерпретация результатов РОТЭМ должна выполняться с учетом значений гематокрита и тромбоцитов, чтобы избежать потенциального конфаундинга.

С целью детального изучения изменений в системе коагуляционного гемостаза в ответ на имплантацию различных типов сосудистых протезов в исследовании на лабораторных животных были установлены референтные интервалы дополнительных параметров для различных тестов ротационной тромбоэластометрии, что позволило, в свою очередь, провести подробное сравнительное изучение системы коагуляционного гемостаза у животных и экстраполировать полученные результаты на людей.

### Заключение

При использовании разработанного биологического сосудистого протеза в артериальном русле у животных тромботических осложнений на протяжении всего периода наблюдения (6 месяцев) не выявлено. Более высокие значения времени формирования сгустка в тестах

INTEM, FIBTEM, АРТЕМ при значениях остальных параметров в пределах референтного интервала указывают на более медленное начало образования фибрина и, соответственно, на более низкую тромбогенность биологического сосудистого протеза.

### Информация об источнике поддержки в виде грантов, оборудования, лекарственных препаратов

Работа выполнялась в рамках ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг», 2021–2025 годы, подпрограмма «Кардиология и кардиохирургия», задание «Разработать и внедрить метод хирургического лечения заболеваний артерий, позволяющий снизить количество послеоперационных гнойно-воспалительных осложнений», № госрегистрации 20201295.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Этические аспекты.

### Одобрение комитета по этике

Исследование одобрено локальным этическим комитетом государственного учреждения образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования» (протокол № 3 от 01.11.2018).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Carvalho M, Rodrigues A, Gomes M, Carrilho A, Nunes AR, Orfão R, Alves Â, Aguiar J, Campos M. Interventional Algorithms for the Control of Coagulopathic Bleeding in Surgical, Trauma, and Postpartum Settings: Recommendations From the Share Network Group. *Clin Appl Thromb Hemost*. 2016 Mar;22(2):121-37. doi: 10.1177/1076029614559773
2. Hoareau GL, Barthélemy A, Goy-Thollot I, Pouzot-Nevoret C, Beyer CA, Walker LE, Stewart IJ, Grayson JK. Reference intervals for and the effects of sample handling and sex on rotational thromboelastometry in healthy adult pigs. *J Am Assoc Lab Anim Sci*. 2020 May 1;59(3):322-27. doi: 10.30802/AALAS-JAALAS-19-000095
3. Münster AM, Olsen AK, Bladbjerg EM. Usefulness of human coagulation and fibrinolysis assays in domestic pigs. *Comp Med*. 2002 Feb;52(1):39-43. <https://www.ingentaconnect.com/content/aalas/cm/2002/00000052/00000001/art00005?crawler=true&mimetype=application/pdf>
4. Frith D, Cohen MJ, Brohi K. Animal models of trauma-induced coagulopathy. *Thromb Res*. 2012 May;129(5):551-56. doi: 10.1016/j.thromres.2011.11.053
5. Sunnersjö L, Lindström H, Schött U, Törnquist

- N, Kander T. The precision of ROTEM EXTEM is decreased in hypocoagulable blood: a prospective observational study. *Thromb J*. 2023 Mar 2;21(1):23. doi: 10.1186/s12959-023-00468-5
6. Goggs R, Borrelli A, Brainard BM, Chan DL, de Laforcade A, Goy-Thollot I, Jandrey KE, Kristensen AT, Kutter A, Marschner CB, Rannou B, Sigrist N, Wagg C. Multicenter in vitro thromboelastography and thromboelastometry standardization. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)*. 2018 May;28(3):201-12. doi: 10.1111/vec.12710
7. Zentai C, Solomon C, van der Meijden PE, Spronk HM, Schnabel J, Rossaint R, Grottke O. Effects of Fibrinogen Concentrate on Thrombin Generation, Thromboelastometry Parameters, and Laboratory Coagulation Testing in a 24-Hour Porcine Trauma Model. *Clin Appl Thromb Hemost*. 2016 Nov;22(8):749-59. doi: 10.1177/1076029615584662
8. Ozarda Y, Sikaris K, Streichert T, Macri J; IFCC Committee on Reference intervals and Decision Limits (C-RIDL). Distinguishing reference intervals and clinical decision limits – A review by the IFCC Committee on Reference Intervals and Decision Limits. *Crit Rev Clin Lab Sci*. 2018 Sep;55(6):420-31. doi: 10.1080/10408363.2018.1482256
9. Friedrichs KR, Harr KE, Freeman KP, Szladvits B, Walton RM, Barnhart KF, Blanco-Chavez J; American Society for Veterinary Clinical Pathology. ASVCP reference interval guidelines: determination of de novo reference intervals in veterinary species and other related topics. *Vet Clin Pathol*. 2012 Dec;41(4):441-53. doi: 10.1111/vcp.12006
10. Hanel RM, Chan DL, Conner B, Gauthier V, Holowaychuk M, Istvan S, Walker JM, Wood D, Goggs R, Wiinberg B. Systematic evaluation of evidence on veterinary viscoelastic testing part 4: Definitions and data reporting. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)*. 2014 Jan-Feb;24(1):47-56. doi: 10.1111/vec.12145
11. Kessler U, Grau T, Gronchi F, Berger S, Brandt S, Bracht H, Marcucci C, Zachariou Z, Jakob SM. Comparison of porcine and human coagulation by thrombelastometry. *Thromb Res*. 2011 Nov;128(5):477-82. doi: 10.1016/j.thromres.2011.03.013
12. Velik-Salchner C, Schnürer C, Fries D, Müssigang PR, Moser PL, Streif W, Kolbitsch C, Lorenz IH. Normal values for thrombelastography (ROTEM) and selected coagulation parameters in porcine blood. *Thromb Res*. 2006;117(5):597-602. doi: 10.1016/j.thromres.2005.05.015
13. Lechner R, Helm M, Müller M, Wille T, Riesner HJ, Friemert B. In-vitro study of species-specific coagulation differences in animals and humans using rotational thromboelastometry (ROTEM). *J R Army Med Corps*. 2019 Oct;165(5):356-59. doi: 10.1136/jramc-2018-001092
14. Nagler M, Kathriner S, Bachmann LM, Wuillemin WA. Impact of changes in haematocrit level and platelet count on thromboelastometry parameters. *Thromb Res*. 2013 Mar;131(3):249-53. doi: 10.1016/j.thromres.2013.01.009
- Share Network Group. *Clin Appl Thromb Hemost*. 2016 Mar;22(2):121-37. doi: 10.1177/1076029614559773
2. Hoareau GL, Barthélemy A, Goy-Thollot I, Pouzot-Nevoret C, Beyer CA, Walker LE, Stewart IJ, Grayson JK. Reference intervals for and the effects of sample handling and sex on rotational thromboelastometry in healthy adult pigs. *J Am Assoc Lab Anim Sci*. 2020 May 1;59(3):322-27. doi: 10.30802/AALAS-JAALAS-19-000095
3. Münster AM, Olsen AK, Bladbjerg EM. Usefulness of human coagulation and fibrinolysis assays in domestic pigs. *Comp Med*. 2002 Feb;52(1):39-43. <https://www.ingentaconnect.com/content/aalas/cm/2002/00000052/00000001/art00005?crawler=true&mimetype=application/pdf>
4. Frith D, Cohen MJ, Brohi K. Animal models of trauma-induced coagulopathy. *Thromb Res*. 2012 May;129(5):551-56. doi: 10.1016/j.thromres.2011.11.053
5. Sunnersjö L, Lindström H, Schött U, Törnquist N, Kander T. The precision of ROTEM EXTEM is decreased in hypocoagulable blood: a prospective observational study. *Thromb J*. 2023 Mar 2;21(1):23. doi: 10.1186/s12959-023-00468-5
6. Goggs R, Borrelli A, Brainard BM, Chan DL, de Laforcade A, Goy-Thollot I, Jandrey KE, Kristensen AT, Kutter A, Marschner CB, Rannou B, Sigrist N, Wagg C. Multicenter in vitro thromboelastography and thromboelastometry standardization. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)*. 2018 May;28(3):201-12. doi: 10.1111/vec.12710
7. Zentai C, Solomon C, van der Meijden PE, Spronk HM, Schnabel J, Rossaint R, Grottke O. Effects of Fibrinogen Concentrate on Thrombin Generation, Thromboelastometry Parameters, and Laboratory Coagulation Testing in a 24-Hour Porcine Trauma Model. *Clin Appl Thromb Hemost*. 2016 Nov;22(8):749-59. doi: 10.1177/1076029615584662
8. Ozarda Y, Sikaris K, Streichert T, Macri J; IFCC Committee on Reference intervals and Decision Limits (C-RIDL). Distinguishing reference intervals and clinical decision limits – A review by the IFCC Committee on Reference Intervals and Decision Limits. *Crit Rev Clin Lab Sci*. 2018 Sep;55(6):420-31. doi: 10.1080/10408363.2018.1482256
9. Friedrichs KR, Harr KE, Freeman KP, Szladvits B, Walton RM, Barnhart KF, Blanco-Chavez J; American Society for Veterinary Clinical Pathology. ASVCP reference interval guidelines: determination of de novo reference intervals in veterinary species and other related topics. *Vet Clin Pathol*. 2012 Dec;41(4):441-53. doi: 10.1111/vcp.12006
10. Hanel RM, Chan DL, Conner B, Gauthier V, Holowaychuk M, Istvan S, Walker JM, Wood D, Goggs R, Wiinberg B. Systematic evaluation of evidence on veterinary viscoelastic testing part 4: Definitions and data reporting. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)*. 2014 Jan-Feb;24(1):47-56. doi: 10.1111/vec.12145
11. Kessler U, Grau T, Gronchi F, Berger S, Brandt S, Bracht H, Marcucci C, Zachariou Z, Jakob SM. Comparison of porcine and human coagulation by thrombelastometry. *Thromb Res*. 2011 Nov;128(5):477-82. doi: 10.1016/j.thromres.2011.03.013
12. Velik-Salchner C, Schnürer C, Fries D, Müssigang PR, Moser PL, Streif W, Kolbitsch C, Lorenz IH. Normal values for thrombelastography (ROTEM) and selected coagulation parameters in porcine blood. *Thromb Res*. 2006;117(5):597-602. doi: 10.1016/j.thromres.2005.05.015

## REFERENCES

1. Carvalho M, Rodrigues A, Gomes M, Carrilho A, Nunes AR, Orfão R, Alves Â, Aguiar J, Campos M. Interventional Algorithms for the Control of Coagulopathic Bleeding in Surgical, Trauma, and Postpartum Settings: Recommendations From the

13. Lechner R, Helm M, Müller M, Wille T, Riesner HJ, Friemert B. In-vitro study of species-specific coagulation differences in animals and humans using rotational thromboelastometry (ROTEM). *J R Army Med Corps*. 2019 Oct;165(5):356-59. doi: 10.1136/jramc-2018-001092

#### Адрес для корреспонденции

220036, Республика Беларусь,  
г. Минск, ул. Р. Люксембург,  
110 Б, ГУ «Республиканский  
научно-практический центр «Кардиология»,  
лаборатория хирургии сосудов,  
тел. раб.: +375 17 201-28-08,  
e-mail: hpopel@mail.ru,  
Попель Геннадий Адольфович

#### Сведения об авторах

Попель Геннадий Адольфович, к.м.н., доцент, заведующий лабораторией хирургии сосудов ГУ «Республиканский научно-практический центр «Кардиология», г. Минск, Республика Беларусь. <https://orcid.org/0000-0002-1140-0806>

Моисеенко Иван Александрович, врач-интерн кардиохирургического отделения № 1, лаборант лаборатории хирургии сосудов ГУ «Республиканский научно-практический центр «Кардиология», г. Минск, Республика Беларусь. <https://orcid.org/0000-0001-5403-7464>

Жмайлик Руслан Русланович, врач-кардиохирург кардиохирургического отделения № 1, младший научный сотрудник лаборатории хирургии сосудов ГУ «Республиканский научно-практический центр «Кардиология», г. Минск, Республика Беларусь. <https://orcid.org/0000-0001-6342-3527>

Колядко Марина Георгиевна, к.м.н., заведующая клинико-диагностической лабораторией ГУ «Республиканский научно-практический центр «Кардиология», г. Минск, Республика Беларусь. <https://orcid.org/0000-0001-6357-2143>

Островский Юрий Петрович, д.м.н., профессор, академик НАН Беларуси и РАН, заместитель директора по инновационному развитию и высоким технологиям ГУ «Республиканский научно-практический центр «Кардиология», г. Минск, Республика Беларусь. <https://orcid.org/0000-0001-6826-3200>

#### Информация о статье

Поступила 6 октября 2023 г.  
Принята в печать 11 декабря 2023 г.  
Доступна на сайте 11 января 2024 г.

14. Nagler M, Kathriner S, Bachmann LM, Wuillemin WA. Impact of changes in haematocrit level and platelet count on thromboelastometry parameters. *Thromb Res*. 2013 Mar;131(3):249-53. doi: 10.1016/j.thromres.2013.01.009

#### Address for correspondence

220036, Republic of Belarus,  
Minsk, R. Luxemburg Str. 110B,  
Republican Scientific  
and Practical Center «Cardiology»,  
Vascular Surgery Research Laboratory,  
tel.: +375 17 201-28-08,  
e-mail: hpopel@mail.ru,  
Popel Henadzi A.

#### Information about the authors

Popel Henadzi A., PhD, Associate Professor, Head of Vascular Surgery Research Laboratory, Republican Scientific and Practical Center of Cardiology, Minsk, Republic of Belarus. <https://orcid.org/0000-0002-1140-0806>

Maiseyenko Ivan A., Intern at Cardiac Surgery Department No. 1, Researcher at Vascular Surgery Research Laboratory, Republican Scientific and Practical Center of Cardiology, Minsk, Republic of Belarus. <https://orcid.org/0000-0001-5403-7464>

Zhmailik Ruslan R., Cardiac Surgeon at Cardiac Surgery Department No. 1, Researcher at Vascular Surgery Research Laboratory, Republican Scientific and Practical Center of Cardiology, Minsk, Republic of Belarus. <https://orcid.org/0000-0001-6342-3527>

Kaliadka Marina G., PhD, Head of Clinical Diagnostic Laboratory, Republican Scientific and Practical Center of Cardiology, Minsk, Republic of Belarus. <https://orcid.org/0000-0001-6357-2143>

Ostrovsky Yury P., MD, Professor, Academician of NAS of Belarus and RAS, Vice-Director for Innovative Development and High Technologies, Republican Scientific and Practical Center of Cardiology, Minsk, Republic of Belarus. <https://orcid.org/0000-0001-6826-3200>

#### Article history

Arrived: 6 October 2023  
Accepted for publication: 11 December 2022  
Available online: 11 January 2024

---