



**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОСПАЛИТЕЛЬНОГО ОТВЕТА ОРГАНИЗМА
ЖИВОТНЫХ ПОСЛЕ ПРОТЕЗИРОВАНИЯ БРЮШНОЙ АОРТЫ**

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

Цель. Изучить изменения уровня маркеров воспаления после протезирования брюшной аорты биологическим (БП) и синтетическим (СП) сосудистыми протезами в эксперименте на животных.

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 из дакрона, покрытого модифицированным желатином (6 особей), 2-я группа – с имплантацией биологического сосудистого протеза, изготовленного из бычьего ксеноперикарда (6 особей). Забор образцов крови у животных производили перед операцией и на 1-й, 7-й, 14-й и 21-й дни после операции. Для оценки системной воспалительной реакции определяли общее количество лейкоцитов, абсолютное и относительное количество зернистых и незернистых лейкоцитов, скорость оседания эритроцитов и концентрацию С-реактивного белка.

Результаты. Общее количество лейкоцитов во всех точках исследования статистически значимо не отличалось как в группе животных с синтетическим (p = 0,810), так и в группе с биологическим сосудистым протезом (p = 0,170). На 7-е сутки после операции наблюдали статистически значимые отличия в значениях концентрации С-реактивного белка (Me 1,78 (1,60-1,99) мг/л в группе БП и Me 1,24 (1,06-1,36) мг/л в группе СП, p = 0,019) и скорости оседания эритроцитов (Me 32,50 (31,00-36,25) мм/ч и Me 19,50 (18,25-24,50) мм/ч в группе биологического и синтетического протезов соответственно, p = 0,020). На 14-й и 21-й дни после операции статистически значимых отличий в исследуемых показателях не установлено.

Заключение. Клинически значимых различий в интенсивности воспалительной реакции организма экспериментальных животных после протезирования брюшной аорты синтетическим и биологическим сосудистыми протезами не выявлено.

Ключевые слова: биологический сосудистый протез, синтетический сосудистый протез, аорта, свинья, воспалительная реакция, ксеноперикард

Objective. To study variations of inflammatory markers level after abdominal aortic replacement using biological (BG) and synthetic (SG) vascular gelatin-coated Dacron grafts in experimental animals.

Methods. The study was performed on female white pigs (n = 12). The animals were uniformly divided into two groups: group 1 – implanted synthetic vascular modified gelatin-Dacron graft (6 animals); group 2 - implanted biological vascular graft using bovine xenopericardium (6 animals). The blood samples were taken before surgery and then on the 1st, 7th, 14th and 21st day postoperatively. To assess the systemic inflammatory response, the total number of white blood cells, the absolute and relative numbers of granular and non-granular white blood cells, the erythrocyte sedimentation rate and the concentration of C-reactive protein were determined.

Results. The total number of white blood cells at all study points was not statistically significantly different in both groups: in the group of animals with a synthetic graft (p = 0.810) and in the group with a biological vascular graft (p = 0.170). On the 7th day after surgery, statistically significantly difference was reported in the concentration of C-reactive protein (Me 1.78 (1.60-1.99) mg/l in the BP group and Me 1.24 (1.06-1.36) mg/l in the BG and SG group, p = 0.019) and the erythrocyte sedimentation rate (Me 32.50 (31.00-36.25) mm/h and Me 19.50 (18.25-24.50) mm/h in the group of biological and synthetic grafts, respectively, p = 0.020). On the 14th and 21st day after surgery, there was no statistically significant difference in the study parameters.

Conclusion. No clinically significant difference in the intensity of the inflammatory response of experimental animals after abdominal aortic replacement with synthetic and biological vascular grafts was identified in the corresponding study.

Keywords: biological vascular graft, synthetic vascular graft, aorta, pig, inflammatory response, xenopericardium

Novosti Khirurgii. 2023 May-Jun; Vol 31 (3): 181-189
Comparative Analysis of Inflammatory Response in Animal Organism
after Abdominal Aortic Replacement
H.A. Popel, I.A. Maiseyenko, R.R. Zhmailik, Yu.P. Ostrovsky

The articles published under CC BY NC-ND license



Научная новизна статьи

Впервые в нашей стране были изучены изменения уровня маркеров воспаления после протезирования брюшной аорты сосудистыми протезами в эксперименте на животных. Установлено, что применение у

лабораторных животных биологического сосудистого протеза, изготовленного из бычьего ксеноперикарда, наряду с синтетическим сосудистым протезом из дакрона, не вызывает клинически значимого изменения значений маркеров воспаления.

What this paper adds

The changes of inflammation markers level after abdominal aortic replacement using vascular grafts in experimental animals were firstly studied in our country. It has been established that the use of a biological vascular prosthesis made from bovine xenopericardium along with a synthetic vascular Dacron prosthesis did not cause a clinically significant change of the inflammatory markers level in animal model.

Введение

Хирургическое лечение пациентов с заболеваниями артерий по-прежнему остается одним из важных разделов в современной ангиохирургии. Естественный процесс старения населения, увеличение продолжительности жизни, а также ежегодно возрастающая заболеваемость атеросклерозом аорты и периферических артерий приводят к увеличению числа выполняемых артериальных реконструкций. С увеличением количества реконструктивно-восстановительных хирургических вмешательств возрастает и потребность в качественных и доступных сосудистых протезах [1]. В восстановительной хирургии магистральных артерий на протяжении нескольких десятилетий в основном применяются синтетические сосудистые протезы и аутографты, реже аллографты.

Благодаря научно-техническому прогрессу идет постоянный процесс совершенствования уже существующих сосудистых графтов и создание новых, более совершенных. Несмотря на достижения современной науки, еще не разработан сосудистый протез, который отвечал бы всем необходимым требованиям сосудистой хирургии. Данный факт указывает современным ученым на необходимость проведения постоянного поиска, направленного на разработку и создание новых материалов для изготовления сосудистых протезов, которые своими физико-химическими и биологическими свойствами будут максимально соответствовать предъявляемым требованиям.

Определенный интерес вызывает в этом плане разработка и применение в клинической практике сосудистых ксенографтов, изготовленных из бычьего перикарда. Проведение подобных исследований является перспективным.

Цель. Изучить изменения уровня маркеров воспаления после протезирования брюшной аорты биологическим и синтетическим сосудистыми протезами в эксперименте на животных.

Материал и методы

Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного об-

разования» (протокол № 3 от 01.11.2018). Программа и методика исследования разработаны в соответствии с Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (ETS № 123 от 18.03.1986).

Эксперимент проводили на самках беспородных белых свиней ($n = 12$) массой $64,2 \pm 4,5$ кг. До введения в эксперимент животные находились на карантине в течение 14 дней и содержались в стационарных условиях вивария на стандартной лабораторной диете. Свиньи были разделены на 2 группы:

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

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

За 1 час до операции каждой особи выполняли внутримышечное введение бензатина бензилпенициллин 2 400 000 ЕД + новокаиновая соль бензилпенициллина 600 000 ЕД. С целью премедикации вводили внутривенно 0,1-процентный раствор атропина в дозе 0,05 мг/кг и дексаметазон 8 мг.

Животных укладывали на операционный стол, конечности фиксировали. Проводили мониторинг частоты сердечных сокращений, частоты дыхания, электрокардиограммы, неинвазивное измерение артериального давления, пульсоксиметрию. Динамическую оценку витальных функций осуществляли на мониторе DASH 3000 (GE Healthcare, США). Операционное поле обрабатывали 5-процентным спиртовым раствором йода. В условиях тотальной внутривенной анестезии животным выполняли срединную лапаротомию и выделяли инфраренальный отдел брюшной аорты. Перед пережатием аорты болсно вводили нефракционированный гепарин в дозе 100 ЕД/кг. После пережатия аорты выполняли резекцию ее участка на 10 мм ниже устьев почечных артерий и на 10 мм выше бифуркации. Резецированный сегмент линейно замещали сосудистыми протезами с формированием проксимального и дистального анастомозов по типу «конец в

конец» монофиламентной нерассасывающейся нитью 5/0 с атравматическими иглами. 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 осуществляли перед операцией и на 1-й, 7-й, 14-й и 21-й дни после операции из краевой вены ушной раковины. После забора кровь помещали в вакуумные пробирки с нанесенным на внутреннюю поверхность слоем двукальевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (для общего анализа крови) и с прокоагулянтом (для биохимического анализа крови). Общий анализ крови проводили на автоматическом гематологическом анализаторе UniCell DxH 800 (Beckman Coulter, США). Определение скорости оседания эритроцитов (СОЭ) выполняли по методу Панченкова. Биохимический анализ крови проводили на биохимическом анализаторе ARCHITECT c4000 (Abbott, США). В крови во всех точках исследования определяли общее количество лейкоцитов, абсолютное и относительное количество зернистых и незернистых лейкоцитов, скорость оседания эритроцитов и концентрацию С-реактивного белка (СРБ). Референтные диапазоны исследуемых показателей представлены в таблице.

Полученные в ходе исследования данные представлены в виде медианы (Me) и квартилей (Q_1 - Q_3). Для общей оценки возможных различий между значениями исследуемых показателей крови внутри каждой из исследуемых групп использовали непараметрический аналог дисперсионного анализа повторных измерений – тест Friedman. При выявлении статистически значимого результата теста Friedman для уточнения характера различий проводили post-hoc анализ с помощью критерия Wilcoxon

с коррекцией уровня значимости по методу Holm. Для межгруппового сравнения значений медиан исследуемых параметров использовали U-критерий Mann-Whitney. α -уровень статистической значимости равен 5%. Статистический анализ выполняли с применением языка программирования R (версия 4.2.1 для ОС Windows).

Результаты

Общее количество лейкоцитов во всех точках исследования статистически значимо не отличалось как в группе животных с синтетическим ($p = 0,810$), так и в группе с биологическим протезом ($p = 0,170$). В отношении зернистых лейкоцитов в обеих группах выявлена статистически значимая разница в динамике их абсолютного количества ($p = 0,019$ в группе СП и $p = 0,008$ в группе БП), однако при уточнении характера этой разницы в ходе попарных сравнений статистически и клинически значимых различий отмечено не было (рисунок 1).

Статистически значимые различия в динамике абсолютного количества моноцитов зафиксировали в обеих группах ($p = 0,046$ в группе СП и $p = 0,029$ в группе БП), а в динамике количества лимфоцитов – только в группе животных с имплантированным синтетическим протезом ($p = 0,048$). При апостериорных сравнениях значимых отличий между значениями в отдельных точках эксперимента также не выявили (рисунок 2).

В послеоперационном периоде у животных с имплантированным синтетическим сосудистым протезом из дакрона, покрытым модифицированным желатином, отмечали прогрессивную реакцию относительного количества лимфоцитов. Напротив, у животных с имплантированным биологическим протезом из ксеноперикарда изменение относительного количества лимфоцитов носило регрессионный характер (рисунок 3).

Статистически значимых различий в динамике концентрации С-реактивного белка в обеих группах не зафиксировали ($\chi^2 = 7,79$; $p = 0,099$ в группе БП и $\chi^2 = 6,42$; $p = 0,170$ в группе СП), а в динамике скорости оседания эритроцитов различия выявлены в обеих группах животных ($\chi^2 = 17,51$; $p = 0,002$ в группе БП и $\chi^2 = 12,40$; $p = 0,015$ в группе СП).

При апостериорных сравнениях значимых отличий между значениями в отдельных точках эксперимента также не выявили. Результаты анализа динамики значений С-реактивного белка и скорости оседания эритроцитов представлены на рис. 4.

Таблица
Референтные интервалы исследуемых параметров

Показатель	Референтный интервал
СРБ, мг/л	0,3-0,9
СОЭ, мм/ч	2,0-9,0
Лейкоциты, $\times 10^9$	19,4-25,3
Гранулоциты, %	33-43
Лимфоциты, %	46-55
Моноциты, %	11-13
Гранулоциты, $\times 10^9$	6,79-10,36
Лимфоциты, $\times 10^9$	9,69-12,22
Моноциты, $\times 10^9$	2,10-2,96

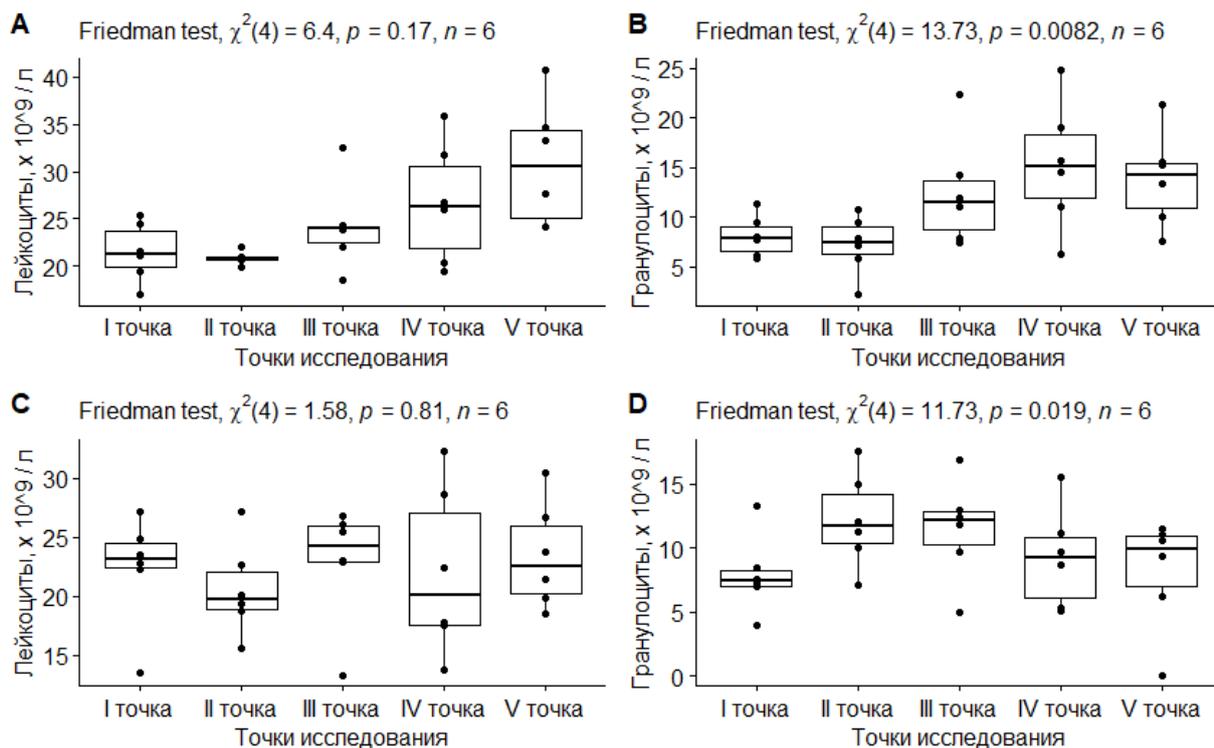


Рис. 1. Динамика общего количества лейкоцитов и гранулоцитов у животных с имплантированным биологическим (А, В) и синтетическим (С, D) сосудистыми протезами.

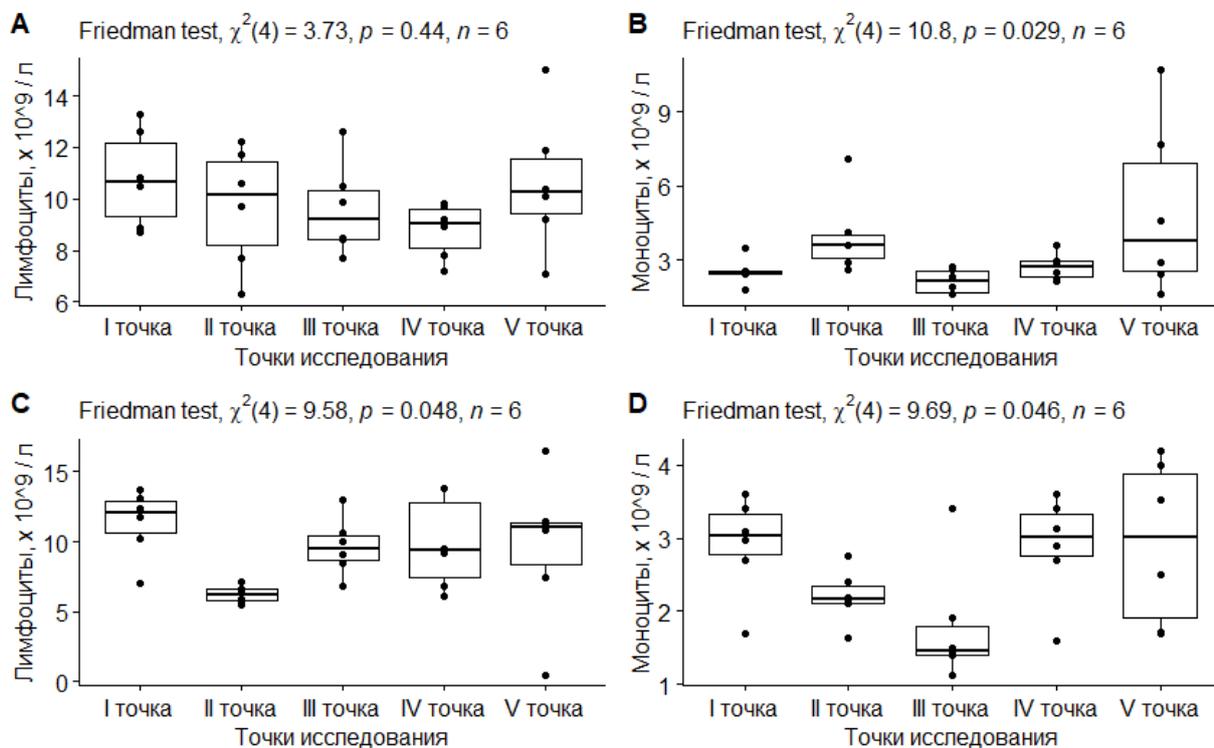


Рис. 2. Динамика абсолютного количества лимфоцитов и моноцитов у животных с имплантированным биологическим (А, В) и синтетическим (С, D) сосудистыми протезами.

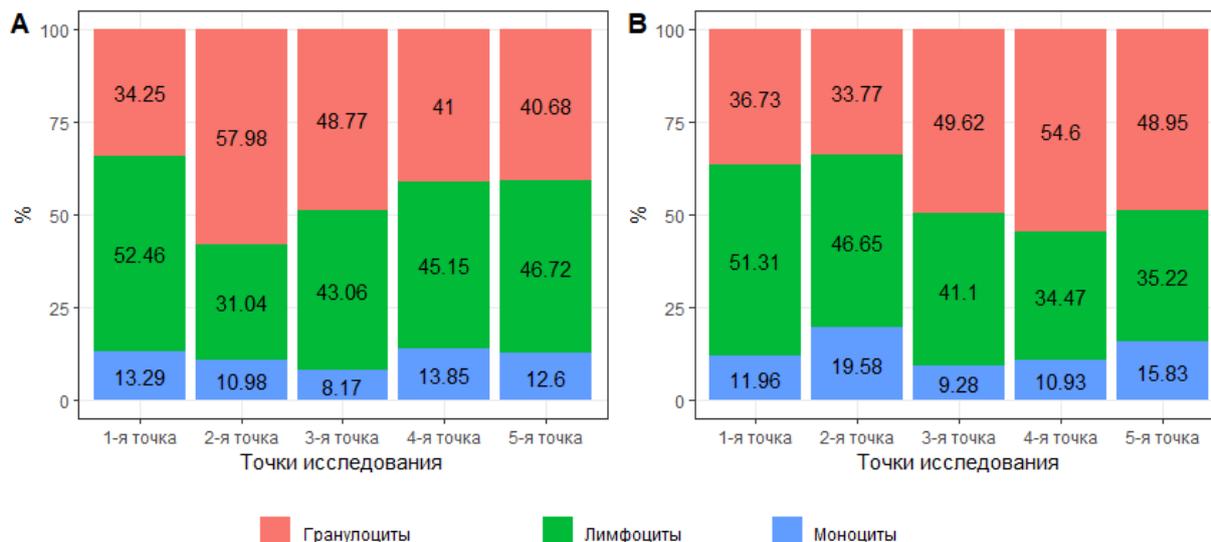


Рис. 3. Динамика лейкоцитарной формулы у животных с имплантированным синтетическим (А) и биологическим (В) сосудистыми протезами.

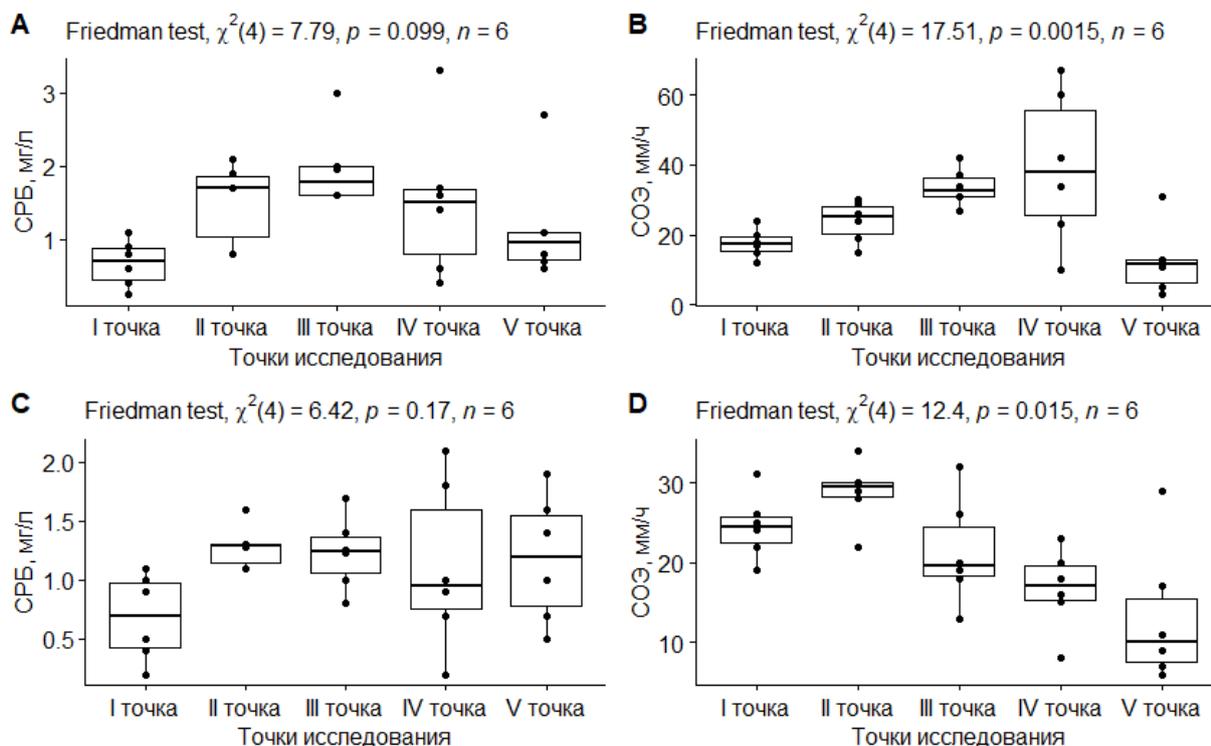


Рис. 4. Динамика значений концентрации С-реактивного белка и СОЭ у животных с имплантированным биологическим (А, В) и синтетическим (С, D) сосудистыми протезами.

На втором этапе статистического анализа произвели оценку различий в значениях исследуемых показателей крови в каждой точке исследования между экспериментальными группами.

В группе БП наблюдали постепенное увеличение общего количества лейкоцитов на протяжении всего периода наблюдения с максимальным значением на 21-е сутки – Me 30,50 (25,07-34,28) $\times 10^9$ клеток/л (в группе

СП – Me 22,55 (20,20-25,95) $\times 10^9$ клеток/л, $p = 0,041$). Максимальное значение количества лейкоцитов в группе СП зафиксировали на 7-е сутки после операции – Me 24,25 (22,92-25,95) $\times 10^9$ клеток/л.

В 1-е сутки после операции исследуемые группы значительно различались между собой по значениям абсолютного количества зернистых и незернистых лейкоцитов. Более высокое значение количества гранулоцитов наблюдали

в группе животных с синтетическим протезом – Ме 11,68 (10,33-14,24) $\times 10^9$ клеток/л (в группе БП Ме 7,45 (6,20-9,00) $\times 10^9$ клеток/л, $p = 0,026$). Более высокие значения абсолютного количества лимфоцитов зафиксировали в группе животных с биологическим протезом аорты – Ме 10,16 (8,21-11,42) $\times 10^9$ клеток/л (в группе СП Ме 6,16 (5,81-6,57) $\times 10^9$ клеток/л, $p = 0,015$). Количество моноцитов у животных с биологическим протезом составило Ме 3,60 (3,08-3,98) $\times 10^9$ клеток/л, с синтетическим протезом – Ме 2,16 (2,11-2,35) $\times 10^9$ клеток/л ($p = 0,008$).

На 7-е сутки после операции наблюдали статистически значимые отличия в значениях концентрации С-реактивного белка (Ме 1,78 (1,60-1,99) мг/л в группе БП и Ме 1,24 (1,06-1,36) мг/л в группе СП, $p = 0,019$) и скорости оседания эритроцитов (Ме 32,50 (31,00-36,25) мм/ч и Ме 19,50 (18,25-24,50) мм/ч в группе биологического и синтетического протезов соответственно, $p = 0,020$).

Результаты представлены на рис. 5 и рис. 6.

Обсуждение

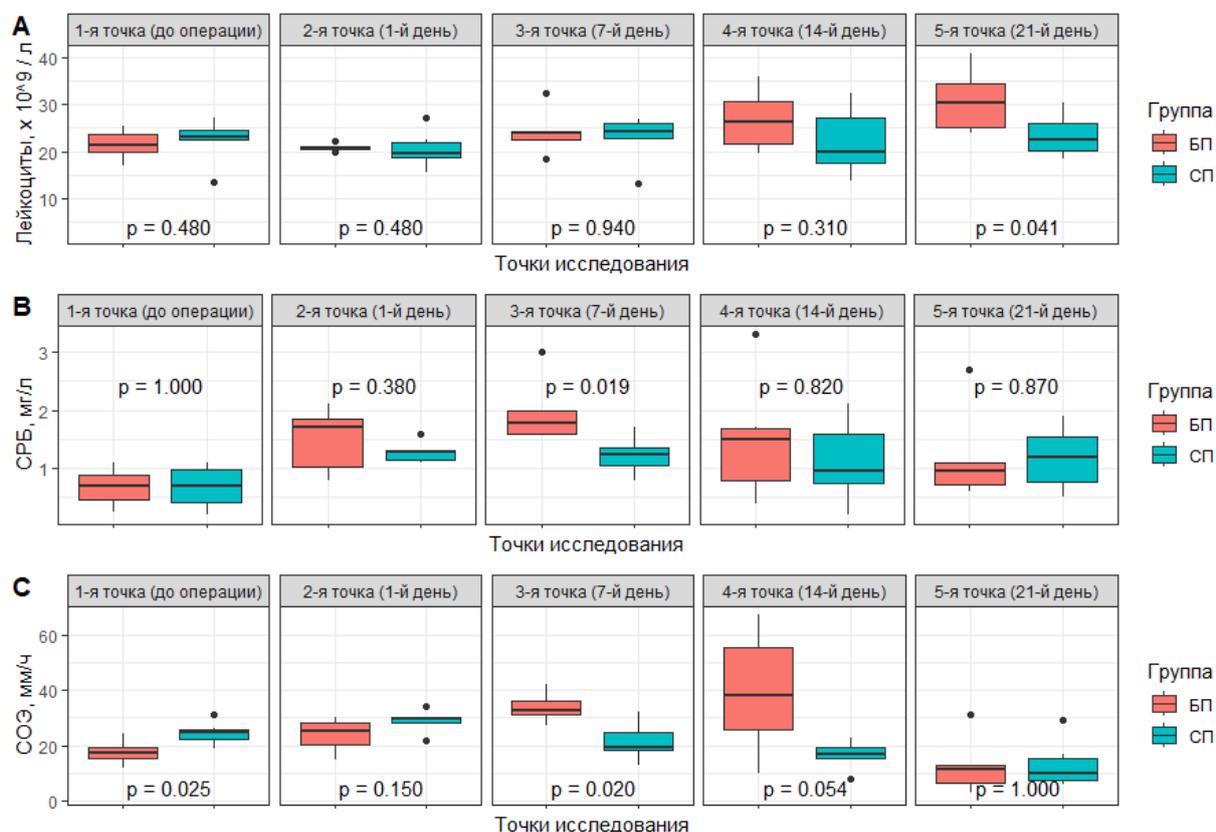
Разработка биоматериалов для сердечно-сосудистой хирургии способствует расширению

знаний о характере взаимодействия синтетических или биологических материалов с тканями живого организма. Следует отметить, что это первое в нашей стране доклиническое исследование сосудистых протезов на крупных животных (свиньях) по методике, разработанной сотрудниками лаборатории хирургии сосудов ГУ «Республиканский научно-практический центр «Кардиология»».

Некоторые исследователи считают, что одной из причин возникновения различий в характере и интенсивности воспалительной реакции после имплантации сосудистых протезов является иммунный ответ организма на материал сосудистого протеза и компоненты, входящие в состав его покрытия [2-3].

Полученные результаты в виде изолированного отклонения значений некоторых исследуемых параметров крови от референтного диапазона, на наш взгляд, могут быть обусловлены индивидуальной реакцией организма животных на операционную травму. В течение раннего послеоперационного периода более высокие значения общего количества лейкоцитов и гранулоцитов в группе животных с имплантированным синтетическим протезом, вероятно, были вызваны процессом биодегра-

Рис. 5. Сравнение значений количества лейкоцитов (А), концентрации С-реактивного белка (В) и скорости оседания эритроцитов (С) между экспериментальными группами с помощью U-критерия Mann-Whitney.



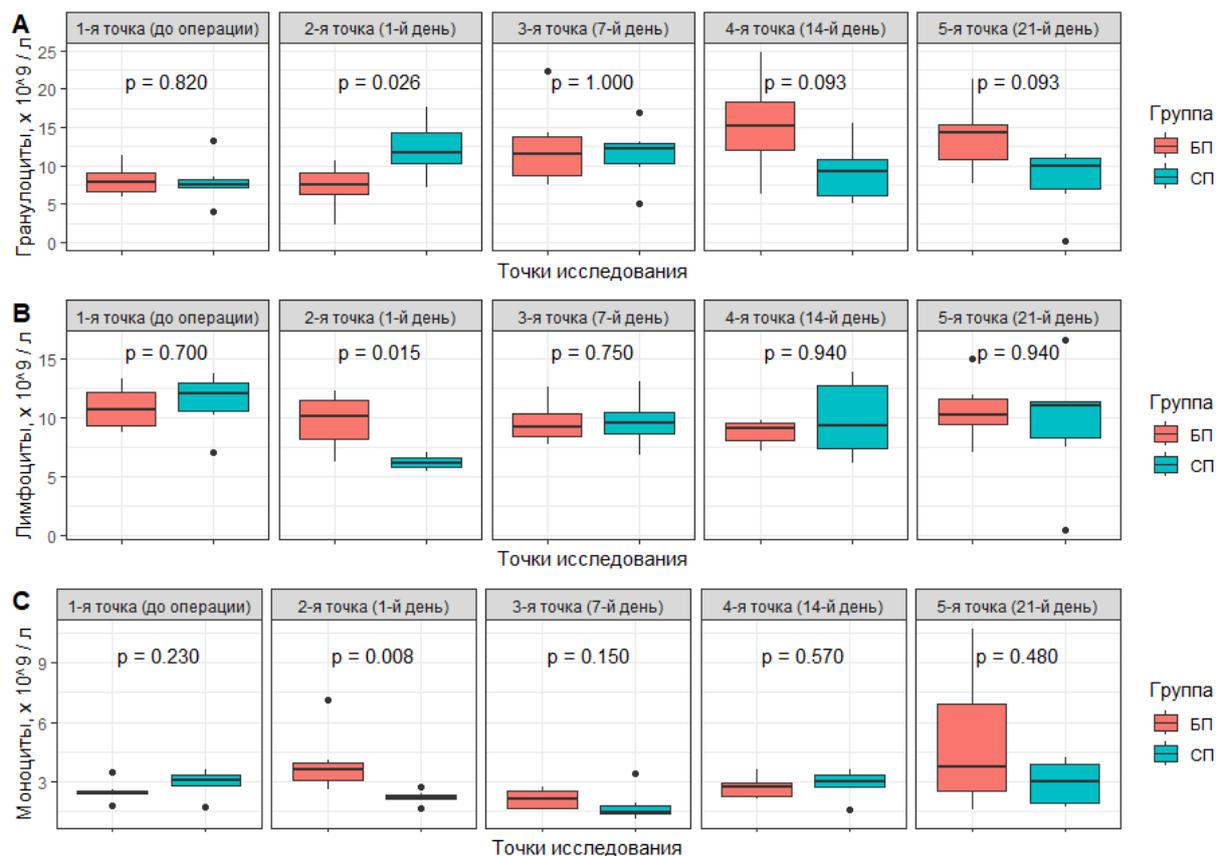


Рис. 6. Сравнение значений абсолютного количества гранулоцитов (А), лимфоцитов (Б) и моноцитов (С) между экспериментальными группами с помощью U-критерия Mann-Whitney.

дании желатинового покрытия. Установлено, что с полным исчезновением покрытия интенсивность воспалительной реакции в организме животного начинает постепенно снижаться [4-5]. Данный факт подтверждается и нашим исследованием, так как в последующем (с 14-х суток) динамика изменения исследуемых маркеров воспаления в группе животных с синтетическим сосудистым протезом становится сопоставимой с группой животных, которым имплантировали биологический сосудистый протез.

Полученные в ходе исследования результаты указывают на то, что в организме животных, которым имплантировали фрагмент биологического сосудистого протеза, отсутствует выраженная воспалительная реакция, а определенные сдвиги значений маркеров воспаления носят временный характер и в целом схожи с таковыми у животных с имплантированным фрагментом синтетического протеза, изготовленного из дакрона и покрытого модифицированным желатином.

Заключение

Применение у лабораторных животных

биологического сосудистого протеза, изготовленного из бычьего ксеноперикарда, наряду с синтетическим сосудистым протезом из дакрона, который применяется в повседневной практике сосудистых хирургов во многих странах мира, не вызывает клинически значимого изменения значений исследованных маркеров воспаления.

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. GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2020(396):1204-22. doi:10.1016/S0140-6736(20)30925-9.
2. Xing Z, Wu S, Zhao C, Bai Y, Jin D, Yin M, Liu H, Fan Y. Vascular transplantation with dual-biofunctional ePTFE vascular grafts in a porcine model. *J Mater Chem B*. 2021(9):7409-22. doi:10.1039/d1tb01398j.
3. Gyes AMO, Chaves RHF, Furlaneto IP, Rodrigues EM, de Albuquerque FBA, Smit JHA, de Oliveira CP, Abib SCV. Comparative angiotomographic study of swine vascular anatomy: contributions to research and training models in vascular and endovascular surgery. *J Vasc Bras*. 2021(14):e20200086. doi:10.1590/1677-5449.200086.
4. Fadeeva IS, Sorkomov MN, Zvyagina AI, Britikov DV, Sachkov AS, Evstratova YV, Fadeev RS, Muratov RM, Akatov VS. Study of Biointegration and Elastic-Strength Properties of a New Xenopericardium-Based Biomaterial for Reconstructive Cardiovascular Surgery. *Bull Exp Biol Med*. 2019(167):496-499. doi:10.1007/s10517-019-04558-1.

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

5. Chiba Y, Muraoka R, Ihaya A, Kimura T, Morioka K, Uesaka T, Tsuda T. Postoperative inflammatory reactions of impregnated Dacron grafts. *Surg Today*. 1999;29(11):1225-28. doi: 10.1007/BF02482279

REFERENCES

1. GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2020(396):1204-22. doi:10.1016/S0140-6736(20)30925-9.
2. Xing Z, Wu S, Zhao C, Bai Y, Jin D, Yin M, Liu H, Fan Y. Vascular transplantation with dual-biofunctional ePTFE vascular grafts in a porcine model. *J Mater Chem B*. 2021(9):7409-7422. doi:10.1039/d1tb01398j.
3. Gyes AMO, Chaves RHF, Furlaneto IP, Rodrigues EM, de Albuquerque FBA, Smit JHA, de Oliveira CP, Abib SCV. Comparative angiotomographic study of swine vascular anatomy: contributions to research and training models in vascular and endovascular surgery. *J Vasc Bras*. 2021(14):e20200086. doi:10.1590/1677-5449.200086.
4. Fadeeva IS, Sorkomov MN, Zvyagina AI, Britikov DV, Sachkov AS, Evstratova YV, Fadeev RS, Muratov RM, Akatov VS. Study of Biointegration and Elastic-Strength Properties of a New Xenopericardium-Based Biomaterial for Reconstructive Cardiovascular Surgery. *Bull Exp Biol Med*. 2019(167):496-99. doi:10.1007/s10517-019-04558-1.
5. Chiba Y, Muraoka R, Ihaya A, Kimura T, Morioka K, Uesaka T, Tsuda T. Postoperative inflammatory reactions of impregnated Dacron grafts. *Surg Today*. 1999;29(11):1225-28. doi: 10.1007/BF02482279

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

“Кардиология”, г. Минск, Республика Беларусь.

<https://orcid.org/0000-0001-6342-3527>

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 5 октября 2023 г.

Принята в печать 11 декабря 2023 г.

Доступна на сайте 27 декабря 2023 г.

of Belarus.

<https://orcid.org/0000-0001-6342-3527>

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: 5 October 2023

Accepted for publication: 11 December 2023

Available online: 27 December 2023