

УДК 611.13-018.74:[616.13-089.844:615.273.5
<https://doi.org/10.23888/HMJ2024123335-346>

Морфологические особенности сосудистой стенки в зоне реконструкции на магистральных артериях при использовании локального гемостатического раствора

С. Б. Базаев, Р. Е. Калинин, А. А. Герасимов, Т. М. Черданцева, В. В. Шеломенцев, М. С. Некрасова, А. А. Крылов, И. А. Сучков✉

Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Рязань, Российская Федерация

Автор, ответственный за переписку: Сучков Игорь Александрович, suchkov_med@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Введение. В ходе проведенного ранее исследования по изучению использования гемостатического препарата Гемоблок (Гемоблок), были получены положительные результаты, характеризующие данное средство как эффективное и безопасное при его применении в реконструктивных операциях на магистральных артериях. Однако, интерес представляет дальнейшее изучение гистопатологических изменений в тканях в зоне реконструкции при проведении операций с использованием Гемоблока.

Цель. Изучить морфологические особенности сосудистой стенки при использовании Гемоблока для достижения гемостаза при реконструктивных операциях на аорте с использованием различных синтетических материалов в эксперименте.

Материалы и методы. Исследование проводилось на тканевом материале, полученном от 80 беспородных котят, которые путем слепой рандомизации были разделены на 4 равные группы: 2 опытные группы и 2 группы контроля. Полученный операционный материал фиксировался не менее 24 часов в 10% растворе забуференного формалина в соотношении не менее 20 объемов формалина на 1 объем материала. Готовые гистологические препараты окрашивались гематоксилином и эозином, а также смесью пикриновой кислоты и фуксином по Ван-Гизону. Изучение и фотографирование препаратов производилось при помощи микроскопа «Leica DM 2000», морфометрия — при помощи программы «ImageJ». Морфометрия стенки сосуда производилась в каждом препарате в трех местах: по краям импланта и в центре. Статистическая обработка полученных данных обеспечивалась при помощи программы «Microsoft Excel 2016».

Результаты. При сравнении средней толщины стенок сосуда в месте контакта с протезом Дакрон, гипертрофия наружной стенки была достоверно менее выражена ($p < 0,05$) при использовании Гемоблока, при этом показатели толщины внутренней и средней стенок не имели достоверных различий. При использовании протеза из политетрафторэтилена (ПТФЭ) средняя толщина внутренней, средней и наружной стенок в группе с Гемоблоком была меньше, чем в группе без его использования, и имела достоверные различия ($p < 0,05$). При этом интересно, что на интактной стороне контакта сосуда с ПТФЭ и Гемоблоком толщина средней стенки была значимо выше, чем в аналогичном случае без Гемоблока. Характер гистопатологических изменений подтверждает наличие продуктивного воспаления вокруг инородного тела во всех группах исследования, однако в группах с использованием Гемоблока, воспаление является менее выраженным, о чем также свидетельствует меньшая гипертрофия сосудистой стенки в местах контакта с имплантом.

Выводы. Составные компоненты морфологических изменений схожи во всех группах исследования, продуктивное воспаление наблюдается также во всех группах вокруг инородного тела, однако применение Гемоблока снижает воспалительную реакцию и образование соединительной ткани преимущественно в наружной стенке сосуда. Полученные данные о характере изменений в сосудистой стенке на морфологическом уровне коррелируют с результатами, описанными в предыдущей статье, следовательно эффективность гемостатического препарата Гемоблока, имеет не только клиническое подтверждение, но и гистологическое.

Ключевые слова: локальный гемостаз, морфологические изменения, дакрон, политетрафторэтилен, гипокоагуляция, кровотечение, сосудистая хирургия, гемостатическое средство, Гемоблок

Для цитирования:

Базаев С. Б., Калинин Р. Е., Герасимов А. А., Черданцева Т. М., Шеломенцев В. В., Некрасова М. С., Крылов А. А., Сучков И. А. Морфологические особенности сосудистой стенки в зоне реконструкции на магистральных артериях при использовании локального гемостатического раствора // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2024. Т. 12, № 3. С. 335–346. <https://doi.org/10.23888/HMJ2024123335-346>.

<https://doi.org/10.23888/HMJ2024123335-346>

Morphologic Features of the Vascular Wall in the Reconstruction Zone on the Main Arteries Using a Topical Hemostatic Solution

Soslan B. Bazayev, Roman E. Kalinin, Aleksandr A. Gerasimov, Tat'yana M. Cherdantseva, Viktor V. Shelomentsev, Marina S. Nekrasova, Andrey A. Krylov, Igor' A. Suchkov✉

Ryazan Medical State University, Ryazan, Russian Federation

Corresponding author: Igor' A. Suchkov, suchkov_med@mail.ru

ABSTRACT

INTRODUCTION: In the course of our previous study on the use of Hemoblock hemostatic agent, positive results were obtained, characterizing it as an effective and safe means when used in reconstructive surgeries on the main arteries. However, of interest is further investigation of histopathological changes in tissues of the reconstruction zone in operations using Hemoblock hemostatic solution.

AIM: To study the morphological features of the vascular wall when using Hemoblock hemostatic solution to achieve hemostasis in reconstructive operations on the aorta with use of various synthetic materials in an experiment.

METHODS AND MATERIALS: The study was conducted on tissue material obtained from 80 outbred cats, which were divided into 4 equal group by blind randomization: 2 experimental groups and 2 control groups. The obtained surgical material was fixed for at least 24 hours in 10% buffered formalin solution in proportion of at least 20 volumes of formalin to 1 volume of the material. The finished histological preparations were stained with hematoxylin and eosin, and also with a mixture of picric acid and fuchsin according to van Gieson. The preparations were studied and photographed using a Leica DM 2000 microscope, for morphometry ImageJ program was used. Morphometry of the vessel wall was performed in each preparation in three places: along the edges of the implant and in the center. Statistical processing of the obtained data was conducted in Microsoft Excel 2016 program.

RESULTS: In comparing the mean thickness of the vessel wall at the site of contact with the Dacron prosthesis, hypertrophy of the outer wall was reliably less expressed ($p < 0.05$) when using Hemoblock, with no reliable differences in the thickness of the inner and middle walls. When using a polytetrafluoroethylene (PTFE) prosthesis, the mean thickness of the inner, middle and outer walls was less in the group with Hemoblock than in the group without it, with reliable differences ($p < 0.05$). It is interesting that on the intact side of contact of the vessel with PTFE and Hemoblock, the middle wall was significantly thicker than in a similar case without the use of Hemoblock. The type of histopathological changes confirms the presence of productive inflammation around the foreign body in all study groups, however, in the groups with Hemoblock, the inflammation was less expressed that was also evidenced by less hypertrophy of the vessel wall at the sites of contact with the implant.

CONCLUSION: The constituent components of morphological alterations are similar in all study groups, productive inflammation around the foreign object is observed in all study groups, but application of Hemoblock diminishes inflammatory reaction and the formation of the connective tissue mainly in the outer vessel wall. The data about the character of changes in the vessel wall at the morphological level, obtained in the study, correlate with the results described in the previous article, therefore, the effectiveness of Hemoblock hemostatic agent has not only clinical, but also histological confirmation.

Keywords: *topical hemostasis; morphological changes; Dacron; polytetrafluoroethylene; hypocoagulation; bleeding; vascular surgery; hemostatic agent; Hemoblock*

For citation:

Bazayev S. B., Kalinin R. E., Gerasimov A. A., Cherdantseva T. M., Shelomentsev V. V., Nekrasova M. S., Krylov A. A., Suchkov I. A. Morphologic Features of the Vascular Wall in the Reconstruction Zone on the Main Arteries Using a Topical Hemostatic Solution. *Science of the Young (Eruditio Juvenium)*. 2024;12(3):335–346. <https://doi.org/10.23888/HMJ2024123335-346>.

Введение

Управление интраоперационным гемостазом играет решающую роль в достижении успешных результатов в ходе хирургического вмешательства и состоит из ряда ключевых компонентов, которые зависят в первую очередь от высокой хирургической техники и адекватного анестезиологического пособия [1]. Стандартные методы гемостаза включают в себя физические (компрессия, наложение швов) или термические методы (биполярная коагуляция, лазер или ультразвуковые диссекторы) [2, 3]. Данные методы не всегда эффективны, могут ухудшить заживление ран, увеличивая риск инфицирования, и могут быть ограничены в применении во время операции ввиду ряда причин [4, 5]. Когда традиционных методов гемостаза недостаточно, актуально применение различного вида локальных гемостатических средств. Существует широкий спектр гемостатических препаратов из данной группы, различающихся по своим химическим и физическим свойствам, механизму действия и способу применения, однако ограниченных в применении вследствие недостаточных данных о безопасности их применения [6–9].

В литературе имеются данные об эффективности применения серебряной соли полиакриловой кислоты при декомпрессионно-стабилизирующих операциях на позвоночнике, лапароскопических операциях на брюшной полости [10–13].

В ходе проведенного нами ранее исследования по изучению использования гемостатического препарата Гемоблок, были получены положительные результаты, характеризующие данное средство как эффективное и безопасное при применении его при реконструктивных операциях на магистральных артериях [14, 15].

Однако, интерес представляет дальнейшее изучение гистопатологических изменений в тканях в зоне реконструкции при проведении операций с использованием гемостатического раствора Гемоблок, которые могут повлиять на процесс формирования гиперпластической реак-

ции в зоне контакта синтетического протеза и стенки артерии.

Цель. Изучить морфологические особенности сосудистой стенки при использовании гемостатического раствора Гемоблок для достижения гемостаза при реконструктивных операциях на аорте с использованием различных синтетических материалов в эксперименте.

Материалы и методы

Исследование было проведено на базе ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России. Все этапы исследования проводились с соблюдением этических норм, предусмотренных Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (ETS № 123, заключена в г. Страсбурге 18.03.1986 (с изм. от 22.06.1998)). Исследование соответствовало этическим принципам и нормам проведения биомедицинских исследований с участием животных и было одобрено комиссией по контролю за содержанием и использованием лабораторных животных ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России (Протокол № 87 от 07.11.2023).

Исследование проводилось на тканевом материале, полученном от 80 беспородных котят, которые путем слепой рандомизации были разделены на 4 равные группы: 2 опытные группы и 2 группы контроля. В виварии под общим наркозом лабораторным животным выполнялась аллопластика брюшного отдела аорты. В качестве материала для аллопластики использовались заплаты из дакрона, представляющего собой тканый вязанный протез из полиэфирного волокна ($n = 40$) и заплаты из политетрафторэтилена (ПТФЭ) ($n = 40$). С целью сравнения каждая группа была разделена на две подгруппы.

Контрольные группы:

1А группа ($n = 20$) — аллопластика с использованием заплаты из ПТФЭ, для достижения гемостаза использовалась мануальная компрессия.

1Б группа ($n = 20$) — аллопластика с использованием заплаты из дакрона, для

достижения гемостаза использовалась мануальная компрессия.

Опытные группы:

2А группа (n = 20) — аллопластика с использованием заплаты из ПТФЭ, для достижения гемостаза использовалась мануальная компрессия и аппликация препарата Гемоблок.

2Б группа (n = 20) — с использованием заплаты из дакрона, для достижения гемостаза использовалась мануальная компрессия и аппликация препарата Гемоблок.

Выведение животных из эксперимента для забора материала производилось спустя 60 дней после операции. Полученный операционный материал фиксировался не менее 24 часов в 10% растворе забуференного формалина в соотношении не менее 20 объемов формалина на 1 объем материала. Далее изготавливались гистологические препараты по стандартной методике. Готовые гистологические препараты окрашивались гематоксилином и эозином, а также смесью пикриновой кислоты и фуксином по Ван-Гизону. Изучение и фотографирование препаратов производилось при помощи микроскопа «Leica DM 2000», морфометрия — при помощи программы «ImageJ». Морфометрия стенки сосуда производилась в каждом препарате в трех местах: по краям импланта и в центре.

Статистическая обработка полученных данных обеспечивалась при помощи программы «Microsoft Excel 2016». Для количественных данных были рассчитаны средние значения, стандартные отклонения и произведена оценка статистической значимости различий между исследуемыми группами с помощью критерия Манна–Уитни, вычислены р-значения для этого критерия, при $p > 0,05$, данные имеют статистически значимое различие.

Результаты

В ходе проведенного исследования были получены следующие результаты.

Группа 1А (ПТФЭ). Гистологическое исследование интактной (стенка сосуда, расположенная противоположно зоне

протезирования) стенки сосуда показало, что интима представлена тонким слоем рыхлой соединительной ткани и определяется только на большом увеличении. Внутренняя эластическая мембрана отделяет среднюю оболочку, состоящую из рыхлой соединительной ткани с большим количеством эластических волокон, между которыми расположены гладкие миоциты. Хорошо выраженная адвентициальная оболочка образована волокнистой соединительной тканью, с нервными элементами и сосудами. Морфологическое исследование зоны, где установлен протез, показало, что протез полностью окружен со всех сторон плотной соединительной тканью, с преобладанием коллагеновых волокон, организованных в пучки, и участками разволокнения волоконного каркаса (рис. 1). Между стенками протеза и сформированной капсулой наблюдается полиморфно-клеточная реакция, наиболее выраженная с наружной и боковых сторон протеза.

Со стороны просвета сосуда виден слой из рыхлой соединительной ткани, на поверхности которого лежат эндотелиальные крупные клетки, что напоминает интиму сосуда. С наружной и боковых сторон импланта наблюдается полиморфно-клеточная реакция, разрастание плотной соединительной ткани с наличием новообразованных тонкостенных сосудистых элементов и местами наблюдается разволокнение коллагеновых волокон (рис. 2). Со стороны адвентиции, прилежащая рыхлая соединительная ткань с большим количеством жировых клеток, сосудов, нервных элементов и лимфоцитарных клеток. Местами наблюдается прорастание протеза соединительной тканью с единичными клеточными элементами (рис. 3). В зоне краев протеза обнаруживаются очаги дистрофической кальцификации (рис. 4).

В зоне контакта протеза и сосудистой стенки отмечается гипертрофия внутренней и средней оболочки сосуда (рис. 5). Интима достоверно увеличена в несколько раз и содержит большое количество тонкостенных сосудов. Внутренняя

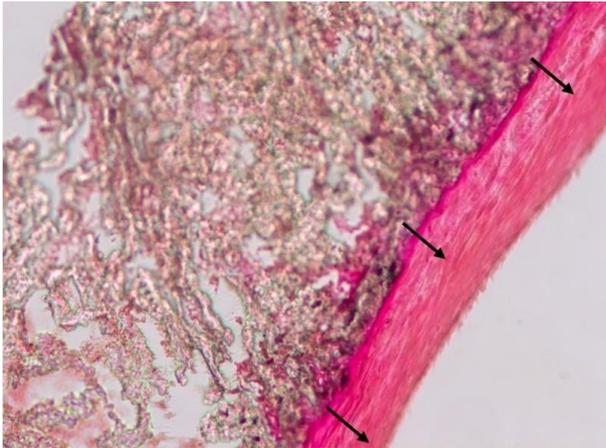


Рис. 1. Внутренняя стенка в зоне имплантации заплаты политетрафторэтилена. Выраженная фуксинофилия образованной соединительной ткани (стрелки). Окраска по Ван-Гизону, $\times 200$.

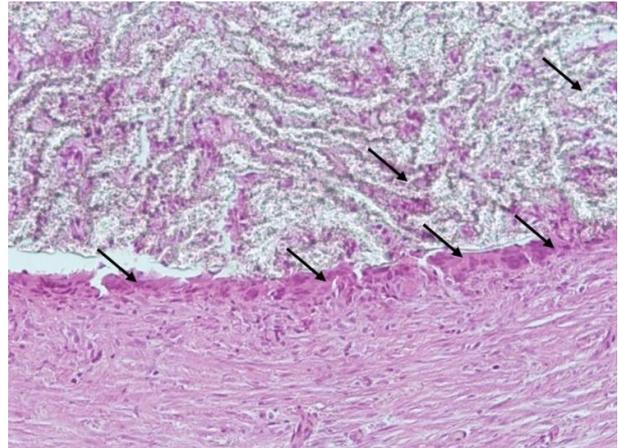


Рис. 2. Наружная сторона относительно импланта из политетрафторэтилена. Полиморфно-клеточная реакция (стрелки). Окраска гематоксилин и эозин, $\times 200$.

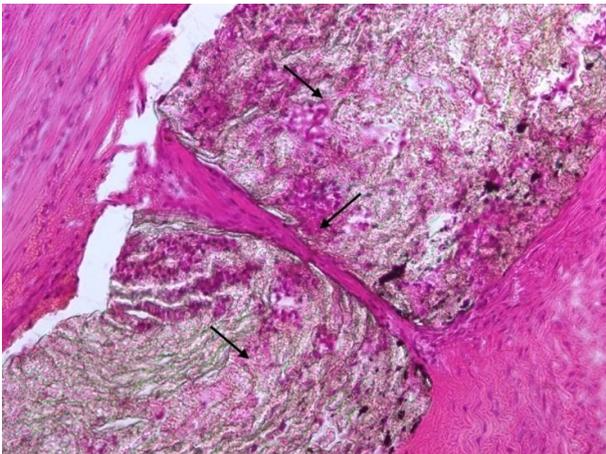


Рис. 3. Прорастание протеза из политетрафторэтилена соединительной тканью (стрелки). Окраска гематоксилин и эозин, $\times 200$.

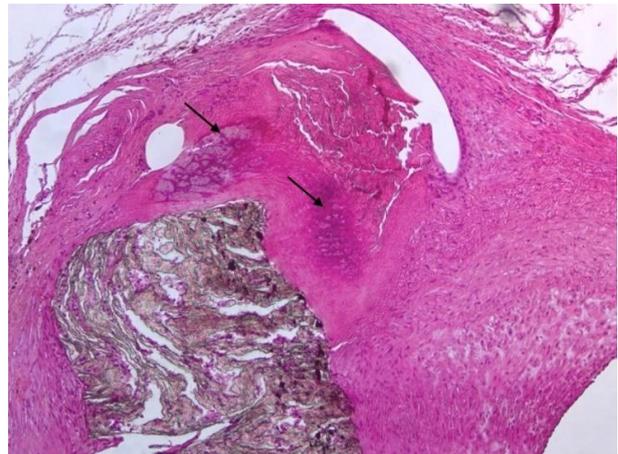


Рис. 4. Очаги дистрофической кальцификации по краю протеза (стрелки). Окраска гематоксилин и эозин, $\times 100$.

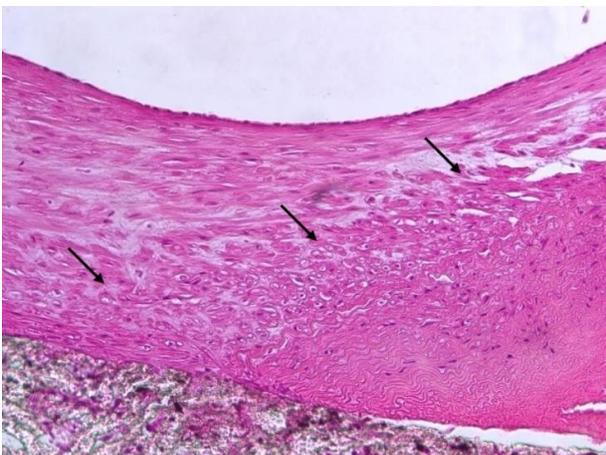


Рис. 5. Зона перехода протеза в сосуд. Гипертрофия средней оболочки (стрелки). Окраска гематоксилин и эозин, $\times 200$.

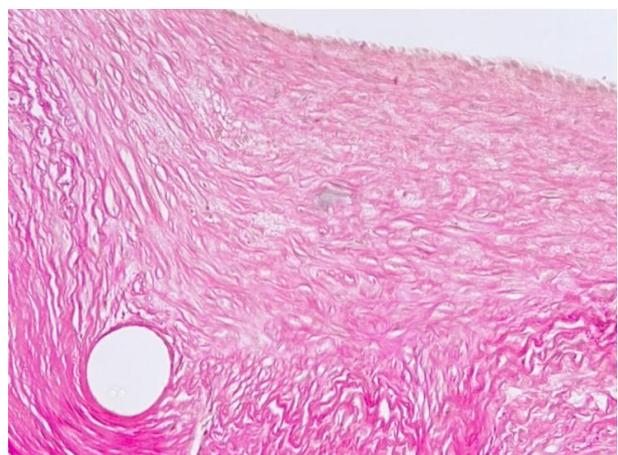


Рис. 6. Внутренняя стенка сосуда в зоне имплантации заплаты из дакрона. Окраска по Ван-Гизону, $\times 200$.

эластическая мембрана неравномерно утолщена, с наличием глубоких складок и фрагментацией. Средняя оболочка представлена эластическими волокнами и гладкомышечными клетками. Адвентиция, состоящая из рыхлой соединительной ткани, с участками плотных коллагеновых волокон, сосудами микроциркуляторного русла и нервных элементов.

Группа 1Б (Дакрон). Со стороны просвета сосуда, над имплантом наблюдается разрастание соединительной ткани, напоминающее гипертрофированную внутреннюю стенку сосуда — интиму (рис. 6). Наряду с рыхлой неоформленной соединительной тканью присутствуют пучки однонаправленных коллагеновых волокон с участками разволокнения. Эндотелий плоский, с участками гипертрофированных клеток. С наружной стороны относительно импланта наблюдается разрастание соединительной ткани преимущественно из пучков однонаправленных коллагеновых волокон и наличием новообразованных тонкостенных сосудистых

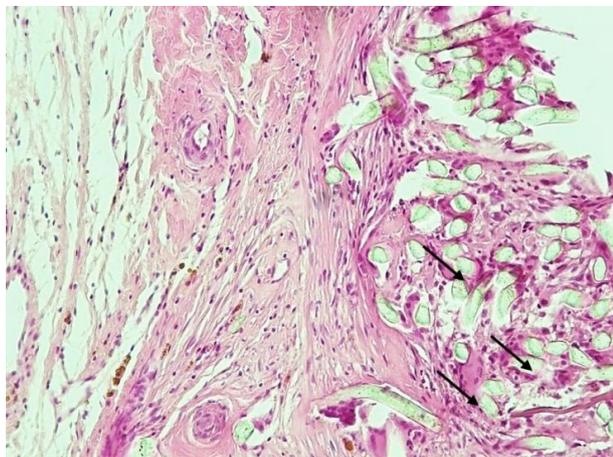


Рис. 7. Наружная сторона сосуда относительно импланта из дакрона. Гигантские клетки инородных тел (стрелки). Окраска гематоксилин и эозин, $\times 100$.

Группа 2А (ПТФЭ + Гемоблок). Изучение стенки сосуда интактной зоны не выявило каких-либо значимых изменений. Вновь образованная соединительнотканная стенка (со стороны просвета сосуда (над протезом) с большим количеством

элементов с умеренной полиморфно-клеточной лимфоцитарно-гистиоцитарной инфильтрацией. Плотная соединительная ткань окружает имплант и проникает внутрь, окружая каждую нить дакронового импланта с наличием клеток пролиферативного воспаления и клеток инородных тел (рис. 7). В зоне края установленного протеза наблюдается разрастание ткани с наличием нежных коллагеновых и эластических волокон (рис. 8). Снаружи рыхлая соединительная ткань с большим количеством сосудов и лимфоцитов.

В зоне контакта протеза и сосудистой стенки толщина стенки увеличена в несколько раз. Интима гипертрофирована, с наличием тонкостенных сосудов. Эндотелий плоский, как и в интимае сосуда интактной зоны. Медиа также гипертрофирована, с большим количеством эластических волокон и миоцитов. Адвентиция представлена плотной соединительной тканью, в которой видны сосуды микроциркуляторного русла и лимфоцитарная инфильтрация.

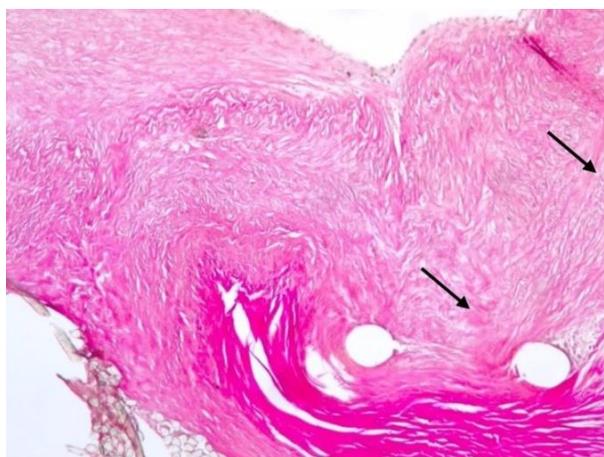


Рис. 8. Зона перехода протеза в сосуд. Появление нежной соединительной ткани в среднем слое сосуда (стрелки). Окраска по Ван-Гизону, $\times 200$.

пучков коллагеновых волокон и тонкостенных сосудов, на поверхности которой сформированная эндотелиальная выстилка. Снаружи данной стенки видна эндотелиальная выстилка из крупных клеток с овальными ядрами. В ячейках протеза со-

единительная ткань с фибробластами и умеренной лимфоцитарно-гистиоцитарной инфильтрацией (рис. 9). Ткань протеза окутывается нежным каркасом из фиброзной ткани, с признаками выраженного продуктивного воспаления (рис. 10), со множеством полнокровных сосудов раз-

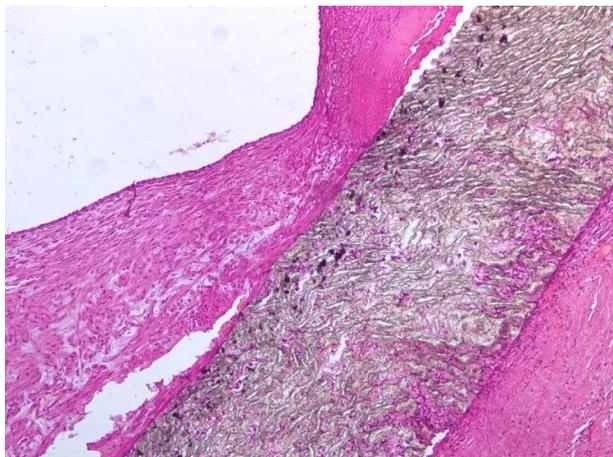


Рис. 9. Внутренняя стенка сосуда в зоне имплантации заплаты из политетрафторэтилена с применением Гемоблока. Окраска гематоксилином и эозином, $\times 100$.

личного диаметра (рис. 11). В зоне перехода протеза в сосуд стенка сосуда имеет гипертрофированную внутреннюю, среднюю и хорошо выраженную наружную оболочку. В зоне контакта тканей с протезом отсутствуют признаки некроза и кальцинации.

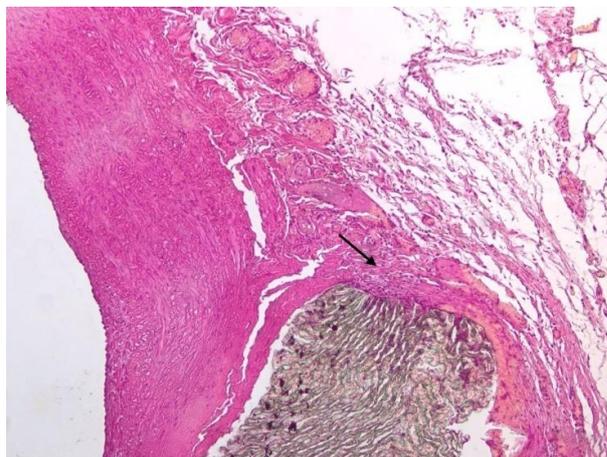


Рис. 10. Зона перехода протеза в сосуд с очагами продуктивного воспаления (стрелка). Окраска гематоксилином и эозином, $\times 100$.

Проведенное морфометрическое исследование толщины стенки интактной зоны сосуда и области контакта с протезом показало, что стенка сосуда в области контакта с протезом отвечает выраженной ре-

акцией, связанной с разрастанием прежде всего соединительной ткани во всех оболочках. Но в то же время, применение Гемоблока уменьшает воспалительную реакцию и толщину всех оболочек (табл. 1).

Таблица 1. Средняя толщина оболочек стенки сосуда интактной зоны и в месте контакта сосуда с протезом из политетрафторэтилена (мкм)

Стенка/группа	Интактная сторона (ПТФЭ)	Интактная сторона (ПТФЭ + Гемоблок)	ПТФЭ	ПТФЭ + Гемоблок
Внутренняя стенка (интима)	$14,2 \pm 2,24$	$14,68 \pm 2,4^{**}$ ($p = 0,73$)	$234,24 \pm 24,27$	$216,28 \pm 11,46^*$ ($p = 0,03$)
Средняя стенка (медиа)	$144,36 \pm 16,36$	$180,06 \pm 19,4^*$ ($p < 0,01$)	$271,16 \pm 23,87$	$245,62 \pm 25,03^*$ ($p = 0,02$)
Наружная стенка (адвентиция)	$30,76 \pm 4,27$	$28,92 \pm 3,31^{**}$ ($p = 0,48$)	$60,32 \pm 7,77$	$48,34 \pm 4,59^*$ ($p < 0,01$)

Примечание: *— $p < 0,05$, данные достоверны относительно группы без Гемоблока; ** — $p > 0,05$, данные недостоверны относительно группы без Гемоблока

2Б группа (Дакрон + Гемоблок). В зоне протезирования, со стороны просвета сосуда сформирована внутренняя стенка, такая же, как и во всех других опытных группах (рис. 12), с полностью сформиро-

ванной эндотелиальной выстилкой. С наружной стороны протез окружен плотной соединительной тканью, с большим количеством преимущественно расширенных и местами полнокровных, тонко-

стенных сосудов. Внутри протеза наблюдается разрастание плотной соединительной ткани с выраженной лимфоцитарно-гистиоцитарной инфильтрацией. (рис. 13). В зоне контакта сосудистой стенки и протеза отмечается выраженный гиперплазированный субэндотелиальный слой, состоящий из рыхлой соединительной ткани (рис. 14). Внутренняя эластическая мем-

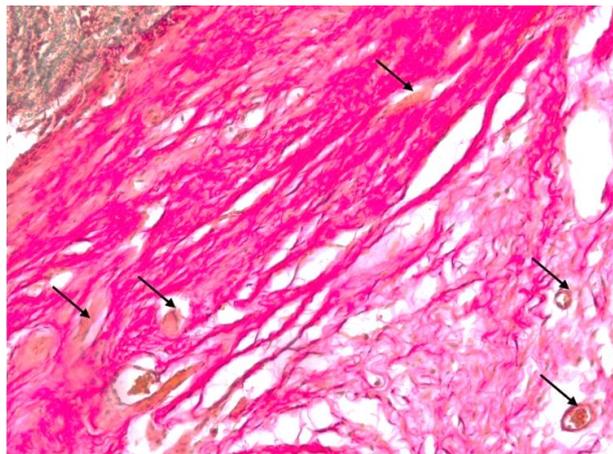


Рис. 11. Наружная сторона сосуда относительно импланта из политетрафторэтилена с применением Гемоблока. Новообразованные сосуда (стрелки). Окраска по Ван-Гизону, $\times 200$.

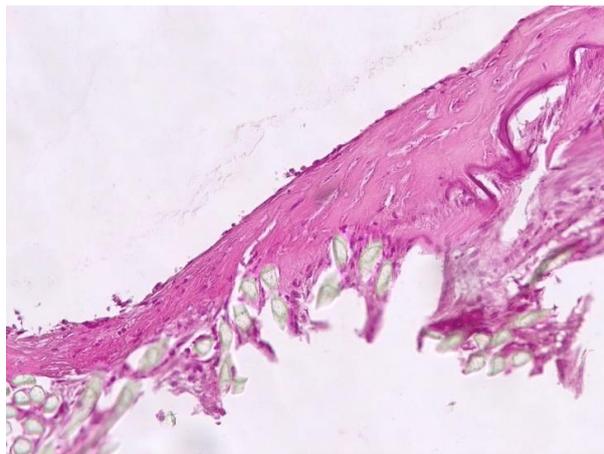


Рис. 12. Внутренняя стенка сосуда в зоне имплантации заплаты из дакрона, обработанной Гемоблоком. Окраска гематоксилином и эозином, $\times 200$.

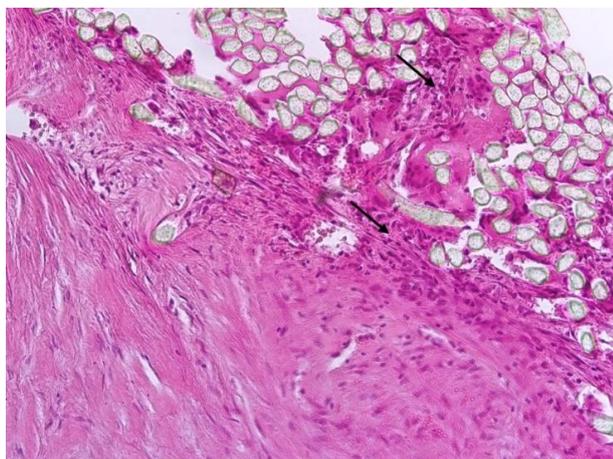


Рис. 13. Наружная сторона сосуда относительно импланта из дакрона, пропитанного Гемоблоком. Лимфоцитарно-гистиоцитарная инфильтрация (стрелки). Окраска гематоксилин и эозин, $\times 200$.



Рис. 14. Зона перехода протеза в сосуд. Гиперплазированный субэндотелиальный слой (стрелки). Окраска гематоксилином и эозином, $\times 200$.

Морфометрическое исследование стенки сосуда в разных зонах показало, что в зоне контакта с протезом все слои оболочки увеличиваются в несколько раз

при применении импланта (табл. 2), а применение импланта с применением Гемоблока уменьшает толщину стенки сосуда в области контакта с дакронем.

Таблица 2. Средняя толщина стенок сосуда в месте контакта сосуда с протезом Дакрон (мкм)

Стенка/группа	Интактная сторона (Дакрон)	Интактная сторона (Дакрон + Гемоблок)	Дакрон	Дакрон + Гемоблок
Внутренняя стенка (интима)	16,1 ± 3,28	17,64 ± 1,56** (p = 0,16)	189,44 ± 24,43	178,28 ± 20,92** (p = 0,24)
Средняя стенка (медиа)	206,44 ± 22,53	211,64 ± 16,97** (p = 0,53)	241,22 ± 18,38	228,32 ± 22,36** (p = 0,14)
Наружная стенка (адвентиция)	40,98 ± 5,2	32,02 ± 3,82* (p < 0,01)	49,5 ± 5,17	38,22 ± 5,65* (p < 0,01)

Примечание: * — $p < 0,05$, данные достоверны относительно группы без Гемоблока; ** — $p > 0,05$, данные недостоверны относительно группы без Гемоблока

Обсуждение

Проанализировав полученные данные, можно заключить о безусловной эффективности примененных методов гемостаза, что было ранее отмечено в исследовании по сравнению их клинического действия и частоте возникновения осложнений в результате их использования [6]. Так, в предыдущем исследовании, мы получили данные, демонстрирующие высокую эффективность и безопасность комбинированного использования гемостатического раствора Гемоблок с синтетическими материалами при диффузных кровотечениях [14].

Однако гистологические изменения, запускаемые и развивающиеся в ране вследствие аппликации предложенных методов, имеют немалое значение для дальнейшей оценки и выбора наиболее безопасного способа гемостаза. Так, при сравнении средней толщины стенок сосуда в месте контакта с протезом из дакрона, гипертрофия наружной стенки была статистически значимо менее выражена ($p < 0,05$) при использовании Гемоблока, при этом показатели толщины внутренней и средней стенок не имели статистически значимых различий.

При использовании протеза из ПТФЭ средняя толщина внутренней, средней и наружной стенок в группе с Гемоблоком была меньше, чем в группе без его использования, и имела достоверные различия ($p < 0,05$). При этом интересно, что на интактной стороне контакта сосуда с ПТФЭ и Гемоблоком толщина средней стенки была значимо выше, чем в аналогичном случае без использования Гемоблока.

Морфологические изменения во всех группах исследования имеют схожую картину, за исключением наличия кальцинатов в зоне контакта стенки сосуда и имплантата в группе с использованием ПТФЭ. Характер гистопатологических изменений подтверждает наличие продуктивного воспаления вокруг инородного тела во всех группах исследования, однако в группах с использованием Гемоблока, воспаление является менее выраженным, о чем также свидетельствует меньшая гипертрофия сосудистой стенки в местах контакта с имплантом.

Ограничение исследования. К ограничениям данного исследования следует отнести небольшую выборку животных, что обусловлено этическими нормами и рекомендациями биоэтического комитета исходя из целей исследования.

Выводы

1. Составные компоненты морфологических изменений одинаковы, однако в группах с политетрафторэтиленом в зоне контакта стенки сосуда и имплантата отмечается наличие участков кальцинатов.
2. Наблюдается более выраженная гипертрофия сосудистой стенки при применении заплат из политетрафторэтилена.
3. Продуктивное воспаление наблюдается во всех исследуемых группах вокруг инородного тела.
4. Применение Гемоблока снижает воспалительную реакцию и образование соединительной ткани преимущественно в наружной стенке сосуда.

Список источников

1. Lawson J.H. The clinical use and immunologic impact of thrombin in surgery // *Semin. Thromb. Hemost.* 2006. Vol. 32, Suppl. 1. P. 98–110. doi: [10.1055/s-2006-939559](https://doi.org/10.1055/s-2006-939559)
2. Lattouf J.–B., Beri A., Klinger C.H., et al. Practical hints for hemostasis in laparoscopic surgery // *Minim. Invasive Ther. Allied Technol.* 2007. Vol. 16, No. 1. P. 45–51. doi: [10.1080/13645700601157984](https://doi.org/10.1080/13645700601157984)
3. Tan S.R., Tope W.D. Effectiveness of microporous polysaccharide hemospheres for achieving hemostasis in mohs micrographic surgery // *Dermatol. Surg.* 2004. Vol. 30, No. 6. P. 908–914. doi: [10.1111/j.1524-4725.2004.30261.x](https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.2004.30261.x)
4. Moldovan H., Antoniac I., Gheorghită D., et al. Biomaterials as Haemostatic Agents in Cardiovascular Surgery: Review of Current Situation and Future Trends // *Polymers (Basel)*. 2022. Vol. 14, No. 6. P. 1189. doi: [10.3390/polym14061189](https://doi.org/10.3390/polym14061189)
5. Калинин Р.Е., Сучков И.А., Базаев С.Б., и др. Локальные гемостатические средства в хирургической практике // Журнал им. Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь». 2021. Т. 10, № 2. С. 337–346. doi: [10.23934/2223-9022-2021-10-2-337-346](https://doi.org/10.23934/2223-9022-2021-10-2-337-346)
6. Allotey J.K., King A.H., Kumins N.H., et al. Systematic review of hemostatic agents used in vascular surgery // *J. Vasc. Surg.* 2021. Vol. 73, No. 6. P. 2189–2197. doi: [10.1016/j.jvs.2020.10.081](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2020.10.081)
7. Agarwal S., Abdelmotieleb M. Viscoelastic testing in cardiac surgery // *Transfusion*. 2020. Vol. 60, Suppl. 6. P. S52–S60. doi: [10.1111/trf.16075](https://doi.org/10.1111/trf.16075)
8. Saha S.P., Muluk S., Schenk W. 3rd, et al. A prospective randomized study comparing fibrin sealant to manual compression for the treatment of anastomotic suture-hole bleeding in expanded polytetrafluoroethylene grafts // *J. Vasc. Surg.* 2012. Vol. 56, No. 1. P. 134–141. doi: [10.1016/j.jvs.2012.01.009](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2012.01.009)
9. Jia Y., Zhai G., Wang E., et al. Efficacy of local hemostatic agents after endoscopic submucosal dissection: a meta-analysis // *Minim. Invasive Ther.* Allied Technol. 2022. Vol. 31, No. 7. P. 1017–1025. doi: [10.1080/13645706.2022.2111217](https://doi.org/10.1080/13645706.2022.2111217)
10. Колесов С.В., Гринь А.А., Слияков Л.Ю., и др. Эффективность использования серебряной соли полиакриловой кислоты при декомпрессионно-стабилизирующих операциях на поясничном отделе позвоночника с захватом 1–3 сегментов // *Хирургия позвоночника*. 2019. Т. 16, № 2. С. 73–80. doi: [10.14531/ss2019.2.73-80](https://doi.org/10.14531/ss2019.2.73-80)
11. Плоткин А.В., Покровский Е.Ж., Воронова Г.В., и др. Оценка эффективности гемостатического действия препарата «Гемоблок» при полостных и лапароскопических вмешательствах. Мультицентровые клинические исследования // *Вестник современной клинической медицины*. 2015. Т. 8, № 1. С. 56–61.
12. Калинин Р.Е., Сучков И.А., Чобаян А.А. Перспективы прогнозирования течения облитерирующего атеросклероза артерий нижних конечностей // *Наука молодых (Eruditio Juvenium)*. 2019. Т. 7, № 2. С. 274–282. doi: [10.23888/HMJ201972274-282](https://doi.org/10.23888/HMJ201972274-282)
13. Андреев А.И., Ибрагимов Р.А., Кузнецов М.В., и др. Опыт клинического применения гемостатического средства «гемоблок» в хирургической практике // *Казанский медицинский журнал*. 2015. Т. 96, № 3. С. 451–455. doi: [10.17750/KMJ2015-451](https://doi.org/10.17750/KMJ2015-451)
14. Калинин Р.Е., Сучков И.А., Крылов А.А., и др. Эффективность и безопасность локального гемостатического раствора при реконструктивных операциях на аорте (экспериментальное исследование) // *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2023. Т. 29, № 2. С. 116–123. doi: [10.33029/1027-6661-2023-29-2-116-123](https://doi.org/10.33029/1027-6661-2023-29-2-116-123)
15. Калинин Р.Е., Сучков И.А., Климентова Э.А., и др. Биомаркеры апоптоза и пролиферации клеток в диагностике прогрессирования атеросклероза в различных сосудистых бассейнах // *Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова*. 2022. Т. 30, № 2. С. 243–252. doi: [10.17816/PAVLOVJ88938](https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ88938)

References

1. Lawson JH. The clinical use and immunologic impact of thrombin in surgery. *Semin Thromb Hemost.* 2006;32(Suppl 1):98–110. doi: [10.1055/s-2006-939559](https://doi.org/10.1055/s-2006-939559)
2. Lattouf J–B, Beri A, Klinger CH, et al. Practical hints for hemostasis in laparoscopic surgery. *Minim Invasive Ther Allied Technol.* 2007;16(1):45–51. doi: [10.1080/13645700601157984](https://doi.org/10.1080/13645700601157984)
3. Tan SR, Tope WD. Effectiveness of microporous polysaccharide hemospheres for achieving hemostasis in mohs micrographic surgery. *Dermatol Surg.* 2004;30(6):908–14. doi: [10.1111/j.1524-4725.2004.30261.x](https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.2004.30261.x)
4. Moldovan H, Antoniac I, Gheorghită D, et al. Biomaterials as Haemostatic Agents in Cardiovascular Surgery: Review of Current Situation and Future Trends. *Polymers (Basel)*. 2022;14(6):1189. doi: [10.3390/polym14061189](https://doi.org/10.3390/polym14061189)
5. Kalinin RE, Suchkov IA, Bazaev SB, et al. Local Hemostatic Agents in Surgical Practice. *Russian Sklifosovsky Journal "Emergency Medical Care"*. 2021;10(2):337–46. (In Russ). doi: [10.23934/2223-9022-2021-10-2-337-346](https://doi.org/10.23934/2223-9022-2021-10-2-337-346)
6. Allotey JK, King AH, Kumins NH, et al. Systematic review of hemostatic agents used in vascular surgery. *J Vasc Surg.* 2021;73(6):2189–97. doi: [10.1016/j.jvs.2020.10.081](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2020.10.081)

7. Agarwal S, Abdelmotieleb M. Viscoelastic testing in cardiac surgery. *Transfusion*. 2020;60(Suppl 6):S52–S60. doi: [10.1111/trf.16075](https://doi.org/10.1111/trf.16075)
8. Saha SP, Muluk S, Schenk W 3rd, et al. A prospective randomized study comparing fibrin sealant to manual compression for the treatment of anastomotic suture-hole bleeding in expanded polytetrafluoroethylene grafts. *J Vasc Surg*. 2012; 56(1):134–41. doi: [10.1016/j.jvs.2012.01.009](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2012.01.009)
9. Jia Y, Zhai G, Wang E, et al. Efficacy of local hemostatic agents after endoscopic submucosal dissection: a meta-analysis. *Minim Invasive Ther Allied Technol*. 2022;31(7):1017–25. doi: [10.1080/13645706.2022.2111217](https://doi.org/10.1080/13645706.2022.2111217)
10. Kolesov SV, Grin AA, Slinyakov LY, et al. Efficiency of using polyacrylic acid silver salt in decompression and stabilization surgery on the lumbar spine involving 1 to 3 segments. *Russian Journal of Spine Surgery*. 2019;16(2):73–80. (In Russ). doi: [10.14531/ss2019.2.73-80](https://doi.org/10.14531/ss2019.2.73-80)
11. Plotkin AV, Pokrovskij EZh, Voronova GV, et al. The evaluation of the effectivity of hemostatic activity of haemoblock for local topical use haemoblock in different surgical situations. Multicenter clinical trials. *Vestnik Sovremennoi Klinicheskoi Mediciny*. 2015;8(1):56–61. (In Russ).
12. Kalinin RE, Suchkov IA, Chobanyan AA. Prospects for forecasting the course of obliterating atherosclerosis of lower limb arteries. *Nauka Molodykh (Eruditio Juvenium)*. 2019;7(2):274–82. (In Russ). doi: [10.23888/HMJ201972274-282](https://doi.org/10.23888/HMJ201972274-282)
13. Andreev AI, Ibragimov RA, Kuznetsov MV, et al. Clinical experience of using «Haemoblock» hemostatic solution in surgical practice. *Kazan Medical Journal*. 2015;96(3):451–5. (In Russ). doi: [10.17750/KMJ2015-451](https://doi.org/10.17750/KMJ2015-451)
14. Kalinin RE, Suchkov IA, Krylov AA, et al. Efficacy and safety of local hemostatic solution in reconstructive operations on the aorta in laboratory animals (an experimental study). *Angiology and Vascular Surgery*. 2023;29(2):116–23. (In Russ). doi: [10.33029/1027-6661-2023-29-2-116-123](https://doi.org/10.33029/1027-6661-2023-29-2-116-123)
15. Kalinin RE, Suchkov IA, Klimentova EA, et al. Biomarkers of Apoptosis and Cell Proliferation in Diagnosing the Progression of Atherosclerosis in Different Vascular Pools. *I. P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2022;30(2):243–52. (In Russ). doi: [10.17816/PAVLOVJ88938](https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ88938)

Дополнительная информация

Финансирование. Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

Этика. Исследование соответствовало этическим принципам и нормам проведения биологических исследований с участием животных.

Информация об авторах:

Базаев Сослан Батразович — соискатель кафедры сердечно-сосудистой, рентгенэндоваскулярной хирургии и лучевой диагностики, SPIN: 6965-7711, e-mail: dr_bazaev@mail.ru

Калинин Роман Евгеньевич — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой сердечно-сосудистой, рентгенэндоваскулярной хирургии и лучевой диагностики, SPIN: 5009-2318, <https://orcid.org/0000-0002-0817-9573>, e-mail: kalinin-re@ya.ru

Герасимов Александр Андреевич — канд. мед. наук, соискатель кафедры сердечно-сосудистой, рентгенэндоваскулярной хирургии и лучевой диагностики, SPIN: 7281-9022, <https://orcid.org/0000-0002-8775-3587>, e-mail: Holdein@yandex.ru

Черданцева Татьяна Михайловна — д-р мед. наук, доцент, заведующий кафедрой гистологии, патологической анатомии и медицинской генетики, SPIN: 3773-8785, <https://orcid.org/0000-0002-7292-4996>, e-mail: cherdan.morf@yandex.ru

Шеломенцев Виктор Витальевич — ассистент кафедры гистологии, патологической анатомии и медицинской генетики, SPIN: 8499-0269, <https://orcid.org/0000-0003-2617-8707>, e-mail: shelvit94@gmail.com

Некрасова Марина Сергеевна — ассистент кафедры гистологии, патологической анатомии и медицинской генетики, SPIN: 2035-8060, <https://orcid.org/0000-0001-8178-6014>, e-mail: marinanekrasova555@gmail.com

Крылов Андрей Александрович — канд. мед. наук, ассистент кафедры сердечно-сосудистой, рентгенэндоваскулярной хирургии и лучевой диагностики, SPIN: 6638-6461, <https://orcid.org/0000-0002-2393-0716>, e-mail: andrewkrylov1992@gmail.com

Funding. The authors declare no funding for the study.

Ethics. The study was consistent with the ethical principles and norms of conducting biological research involving animals.

Information about the authors:

Soslan B. Bazayev — Candidate of the Department of Cardiovascular, X-ray Endovascular Surgery and Radiation Diagnostics, SPIN: 6965-7711, e-mail: dr_bazaev@mail.ru

Roman E. Kalinin — MD, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Cardiovascular, X-ray Endovascular Surgery and Radiation Diagnostics, SPIN: 5009-2318, <https://orcid.org/0000-0002-0817-9573>; e-mail: kalinin-re@ya.ru

Aleksandr A. Gerasimov — MD, Cand. Sci. (Med.), Candidate of the Department of Cardiovascular, X-ray Endovascular Surgery and Radiation Diagnostics, SPIN: 7281-9022, <https://orcid.org/0000-0002-8775-3587>, e-mail: Holdein@yandex.ru

Tat'yana M. Cherdantseva — MD, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Histology, Pathological Anatomy and Medical Genetics, SPIN: 3773-8785, <https://orcid.org/0000-0002-7292-4996>, e-mail: cherdan.morf@yandex.ru

Viktor V. Shelomentsev — Assistant of the Department of Histology, Pathological Anatomy and Medical Genetics, SPIN: 8499-0269, <https://orcid.org/0000-0003-2617-8707>, e-mail: shelvit94@gmail.com

Marina S. Nekrasova — Assistant of the Department of Histology, Pathological Anatomy and Medical Genetics, SPIN 2035-8060, <https://orcid.org/0000-0001-8178-6014>, e-mail: marinanekrasova555@gmail.com

Andrey A. Krylov — MD, Cand. Sci. (Med.), Assistant of the Department of Cardiovascular, X-ray Endovascular Surgery and Radiation Diagnostics, SPIN: 6638-6461, <https://orcid.org/0000-0002-2393-0716>, e-mail: andrewkrylov1992@gmail.com

✉ *Сучков Игорь Александрович*—д-р мед. наук, профессор, профессор кафедры сердечно-сосудистой, рентгенэндоваскулярной хирургии и лучевой диагностики, SPIN: 6473-8662, <https://orcid.org/0000-0002-1292-5452>, e-mail: suchkov_med@mail.ru

Вклад авторов:

Базаев С. Б.— проведение эксперимента, анализ полученных данных, написание текста.
Калинин Р. Е.— концепция и дизайн исследования.
Герасимов А. А.— проведение эксперимента, анализ полученных данных, написание текста.
Черданцева Т. М.— проведение эксперимента, анализ полученных данных, написание текста.
Шеломенцев В. В.— проведение эксперимента, анализ полученных данных, написание текста.
Некрасова М. С.— проведение эксперимента, анализ полученных данных, написание текста.
Крылов А. А.— проведение эксперимента, анализ полученных данных.
Сучков И. А.— концепция и дизайн исследования, редактирование. Утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи — все соавторы.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

✉ *Igor' A. Suchkov*— MD, Dr. Sci. (Med.), Professor, Professor of the Department of Cardiovascular, X-ray Endovascular Surgery and Radiation Diagnostics, SPIN: 6473-8662, <https://orcid.org/0000-0002-1292-5452>, e-mail: suchkov_med@mail.ru

Contribution of the authors:

Bazayev S. B. — conducting an experiment, analysis of the received data, writing the text.
Kalinin R. E. — concept and design of study.
Gerasimov A. A. — conducting an experiment, analysis of the received data, writing the text.
Cherdantseva T. M. — conducting an experiment, analysis of the received data, writing the text.
Shelomentsev V. V. — conducting an experiment, analysis of the received data, writing the text.
Nekrasova M. S. — conducting an experiment, analysis of the received data, writing the text.
Krylov A. A. — conducting an experiment, analysis of the received data.
Suchkov I. A. — concept and design of study, editing. Approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article all authors.

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