

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ НЕОИНТИМЫ И VASA VASORUM ПОСЛЕ ПРОТЕЗИРОВАНИЯ БРЮШНОЙ АОРТЫ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ



Г. А. Попель¹, И. А. Моисеенко¹, В. А. Ермоченко²

¹Республиканский научно-практический центр «Кардиология», Минск, Беларусь

²Городское клиническое патологоанатомическое бюро, Минск, Беларусь

Введение. В статье рассмотрена одна из важнейших проблем современной сосудистой хирургии – выбор сосудистого протеза для выполнения реконструктивных хирургических вмешательств на магистральных сосудах.

Цель. Провести морфологическое сравнение процесса формирования неоинтимы и vasa vasorum в эксперименте при применении разных типов сосудистых графтов.

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, 2-я группа – с имплантацией биологического сосудистого протеза, изготовленного из бычьего ксеноперикарда. Материалом для гистологического исследования были эксплантированные сосудистые протезы с сегментами брюшного отдела аорты. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином, трихромом по Массону. Для морфометрического исследования использовали цифровые изображения гистологических препаратов, полученные с цифровой камеры Leica DFC425, а также сканированные цифровые изображения гистологических препаратов, полученные со сканера Leica Aperio AT2.

Результаты. При морфометрическом исследовании неоинтимы установлено, что через 3 и 6 месяцев после операции толщина сформированной неоинтимы при использовании синтетического сосудистого протеза значительно больше, чем при использовании биологического сосудистого протеза, изготовленного из бычьего ксеноперикарда ($p<0,001$). При этом эндотелизация образованной неоинтимы отмечена только в группе животных с биопротезом. Вместе с тем у животных, которым был имплантирован биологический сосудистый протез, отмечено более раннее и выраженное формирование vasa vasorum.

Выводы. Формирование неоинтимы отмечается при использовании как биологического, так и синтетического сосудистого протеза. В группе животных, которым был имплантирован биопротез из бычьего ксеноперикарда, отмечена эндотелизация неоинтимы и выраженная васкуляризация, что свидетельствует о большей «физиологичности» данного протеза и выступает фактором, снижающим риск развития тромбоза.

Ключевые слова: биологический сосудистый протез, бычий ксеноперикард, синтетический сосудистый протез, брюшная аорта, неоинтима.

Цитирование: Попель, Г. А. Морфологическая оценка процесса формирования неоинтимы и vasa vasorum после протезирования брюшной аорты в эксперименте / Г. А. Попель, И. А. Моисеенко, В. А. Ермоченко // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2024. Т. 22, № 4. С. 312-318. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2024-22-4-312-318>.

Введение

В связи с постоянно возрастающим количеством сердечно-сосудистых заболеваний ожидается увеличение числа реконструктивных оперативных вмешательств на магистральных сосудах, что неизбежно приведет к возрастанию потребности в качественных и доступных сосудистых протезах [1]. В настоящее время идет постоянный процесс разработки и совершенствования существующих протезов кровеносных сосудов. Несмотря на применение современных технологий при изготовлении графтов, до сих пор еще не разработан сосудистый протез, который своими биомеханическими свойствами отвечал бы всем необходимым требованиям [2].

Под неоинтимой сосудистого протеза понимают новообразованную ткань, выстилающую внутреннюю поверхность протеза и образующуюся в результате организации тромбоцитарных масс, а также миграции гладкомышечных клеток, фибробластов и эндотелиальных клеток со стороны нативного сосуда. Гиперплазия неоинтимы и накопление экстрацеллюлярного матрикса – типичный ответ на повреждение структурных элементов сосудистой стенки, что зачастую приводит к стенозированию в зоне анастомоза. Поэтому от пролиферативной и функциональной активности вышеперечисленных клеток во многом зависит исход ремоделирования сосудов и результат реконструкции [3-5].

При выборе сосудистого графта важное условие – минимизация явления гиперплазии неоинтимы. Разработка биологического сосудистого протеза и внедрение его в клиническую практику, на наш взгляд, – перспективное направление для дальнейшего развития реконструктивной сосудистой хирургии.

Цель исследования – провести морфологическое сравнение процесса формирования неоинтимы и vasa vasorum в эксперименте при применении разных типов сосудистых графтов.

Материал и методы

Протокол экспериментального исследования одобрен локальным этическим комитетом ГУО «Белорусская медицинская академия по-

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

Эксперимент проводили на базе вивария научно-исследовательской лаборатории ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования» на самках беспородных белых свиней ($n=12$) массой $64,2 \pm 4,5$ кг. Расчет необходимого размера выборки выполнен с помощью программы G*Power (версия 3.1.9.7). 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), покрытого модифицированным желатином – Gelsoft Vascutek Terumo (Terumo Corporation, Япония);

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

Для минимизации риска инфекционных осложнений за 1 час до операции каждой особи выполняли внутримышечное введение: бензатина бензилпенициллина 2 400 000 ЕД + новокаиновая соль бензилпенициллина 600 000 ЕД.

После укладки на операционный стол, фиксации конечностей и обработки операционного поля 5% спиртовым раствором йода животным выполняли срединную лапаротомию, выделяли инфраренальный отдел брюшной аорты. Перед пережатием аорты болюсно вводили нефракционированный гепарин в дозе 100 МЕ/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 используемыми сосудистыми протезами с формированием проксимального и дистального анастомозов по типу «конец в конец» монофиламентной нитью 5/0 с атравматическими иглами (рис. 1).

При наложении анастомозов оператор использовал бинокулярную лупу (SurgiTel

Compact, США). После восстановления кровотока по аорте, протезу и артериям выполняли тщательный гемостаз, ушивали париетальную брюшину над аортой и протезом. Лапаротомную рану послойно ушивали с последующей обработкой швов спиртовым раствором антисептика и наложением асептической повязки.

Динамическую оценку витальных функций выполняли с помощью монитора DASH 3000 (GE Healthcare, США). В течение операции осуществляли мониторинг частоты сердечных сокращений, электрокардиограммы, проводили неинвазивное измерение артериального давления и пульсоксиметрию. Искусственную вентиляцию лёгких осуществляли с использованием аппарата ВИАН-1 (ООО «Респект-плюс», Республика Беларусь).

По завершении исследования животных в обеих группах поэтапно (в соответствии с протоколом – в 1, 3, 6 месяцев) выводили из эксперимента в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами и международными рекомендациями по проведению экспериментальных исследований на животных.

Материалом для гистологического исследования были эксплантированные сосудистые протезы с сегментами брюшного отдела аорты. Образцы фиксировали в 10% растворе забуференного формалина, проводили через серию спиртов, заливали в парафин и делали срезы толщиной 2-3 мкм. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином, трихромом по Массону. Гистологические препараты изучали с помощью светового микроскопа Leica DM2500 (Leica, Германия).

Для морфометрического исследования использовали цифровые изображения гистологических препаратов (неперекрывающиеся поля зрения с четкой визуализацией структурных компонентов сосудистой стенки), полученные с цифровой камеры Leica DFC425, а также сканированные цифровые изображения гистологических препаратов, полученные со сканера Leica Aperio AT2. Морфометрический анализ проводили при помощи программы для анализа и обработки изображений Aperio ImageScope (версия 12.3.3.5048).

Полученные в ходе экспериментального исследования данные представлены в виде меди-

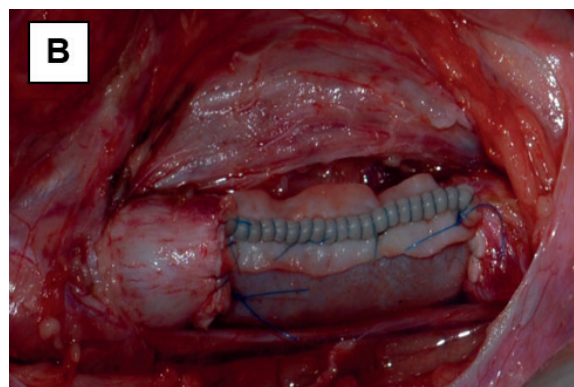
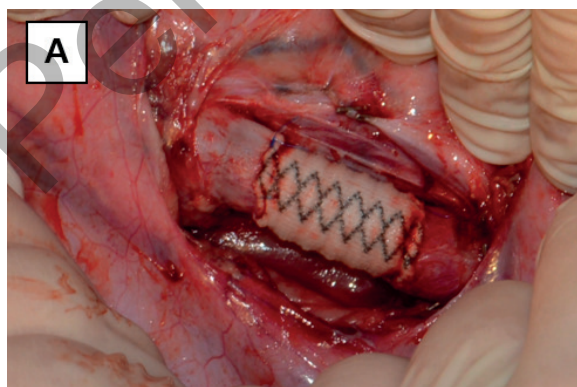


Рисунок 1. – Протезирование брюшной аорты с использованием синтетического (А) и биологического (В) сосудистых протезов

Figure 1. – Abdominal aortic replacement using synthetic (A) and biological (B) vascular grafts

аны (Me) и квартилей (Q1-Q3). Для межгруппового сравнения значений медиан использовали U-критерий Mann-Whitney. α -уровень статистической значимости равен 5%. Статистический анализ выполняли с использованием языка программирования R (версия 4.3.2 для ОС Windows).

Результаты и обсуждение

Через 1 месяц после начала экспериментального исследования у животных в обеих группах отмечались признаки тромбообразования на внутренней поверхности сосудистого протеза. Признаки формирования неointимы отсутствуют, дегенеративные изменения стенки протезов не выявлены (рис. 2).

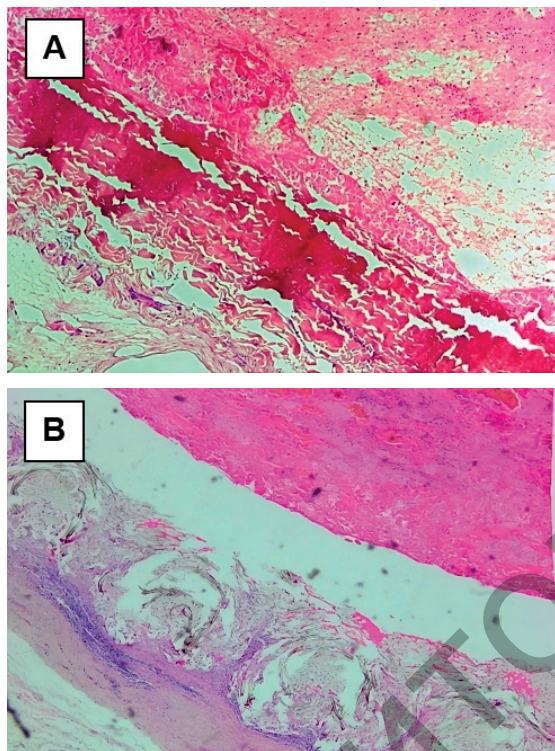


Рисунок 2. – Тромботические наложения, прилежащие к внутренней поверхности биологического (А) и синтетического (В) сосудистых протезов через 1 месяц после операции (окраска гематоксилин-эозин, $\times 50$)

Figure 2. – Thrombotic overlays adjacent to the inner surface of biological (A) and synthetic (B) vascular grafts at 1 month after surgery (hematoxylin-eosin stain, $\times 50$)

Формирование vasa vasorum в виде немногочисленных сосудов капиллярного типа в области наружной поверхности протеза наблюдалось только в группе животных с имплантированным биологическим сосудистым протезом из бычьего ксеноперикарда (рис. 3).

В сроке наблюдения 3 месяца с момента имплантации в группе животных, которым был имплантирован биологический сосудистый протез, установлено наличие неointимы в виде слоя рыхлой соединительной ткани, покрытого эндотелиоцитами (рис. 4А). В группе животных с синтетическим сосудистым протезом отмечалось разрастание по внутренней поверхности протеза рыхлой и плотной соединительной ткани без признаков эндотелизации (рис. 4В).

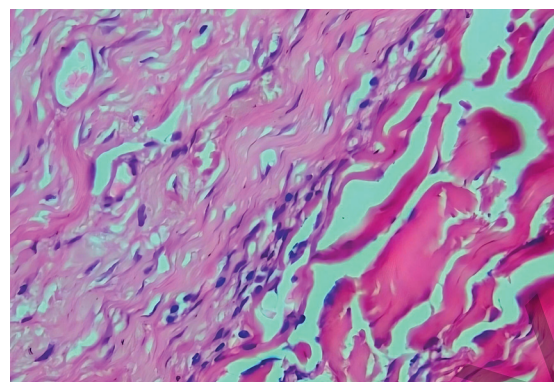


Рисунок 3. – Щелевидные сосуды капиллярного типа по наружной поверхности биологического сосудистого протеза через 1 месяц после операции (окраска гематоксилин-эозин, $\times 400$)

Figure 3. – Slit-like capillary vessels on the outer surface of the biological vascular graft at 1 month after surgery (hematoxylin-eosin stain, $\times 400$)

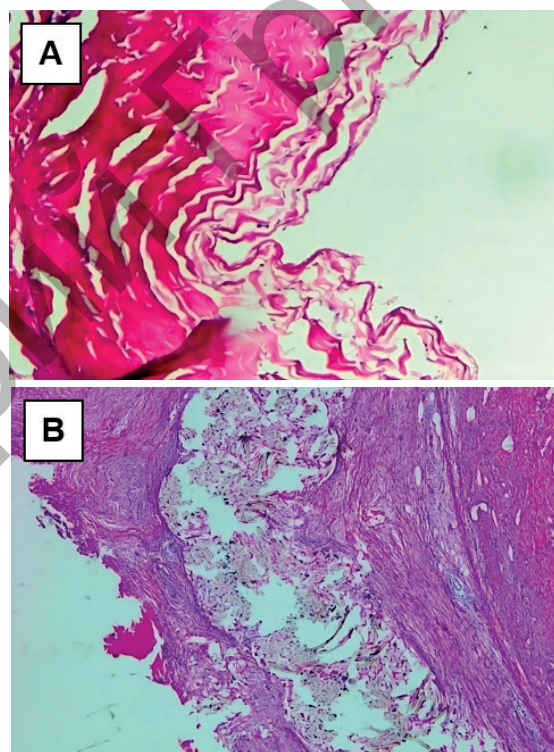


Рисунок 4. – Неointима из рыхлой соединительной ткани, покрытая эндотелием, в группе животных с биологическим сосудистым протезом (3 месяца после операции), окраска гематоксилин-эозин, $\times 100$ (А). Плотная соединительная ткань по внутренней поверхности синтетического сосудистого протеза с тромботическими наложениями (3 месяца после операции), окраска гематоксилин-эозин, $\times 50$ (В)

Figure 4. – Neointima of loose connective tissue covered with endothelium in a group of animals with biological vascular graft (3 months after surgery), hematoxylin-eosin stain, $\times 100$ (A). Dense connective tissue on the inner surface of a synthetic vascular graft with thrombotic overlays (3 months after surgery), hematoxylin-eosin stain, $\times 50$ (B)

Формирование vasa vasorum в сроке 3 месяца после операции отмечалось как в группе БП (в виде сосудов капиллярного типа по наруж-

ной поверхности протеза и в неоинтима), так и в группе СП (в неоинтима). Следует также отметить, что, в отличие от группы животных с имплантированным биологическим сосудистым протезом, в группе с синтетическим сосудистым протезом отмечены дегенеративные изменения в виде очагового кальциноза в соединительнотканной выстилке по внутренней поверхности протеза (рис. 5).

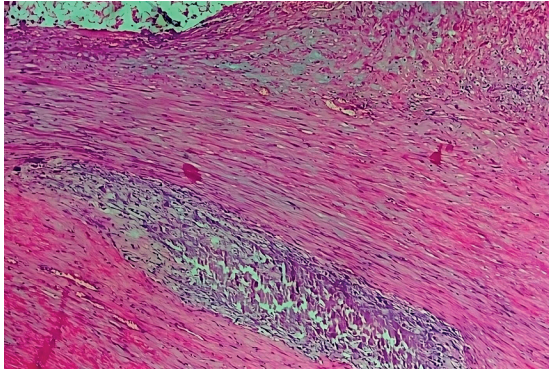


Рисунок 5. – Очаговый кальциноз и капилляры в неоинтима синтетического сосудистого протеза через 3 месяца после операции (окраска гематоксилин-эозин, $\times 100$)

Figure 5. – Focal calcification and capillary vessels in the neointima of a synthetic vascular graft at 3 months after surgery (hematoxylin-eosin stain, $\times 100$)

В сроке наблюдения 6 месяцев у животных в обеих группах отмечалось замещение внутренней поверхности протеза слоем соединительной ткани (неоинтимой). При этом в группе с БП неоинтима была представлена упорядоченными волокнами сформированной рыхлой соединительной ткани, имела относительно равномерную толщину и была полностью покрыта слоем эндотелиальных клеток (рис. 6А, 6В). В группе с СП неоинтима представлена преимущественно плотной соединительной тканью с большим количеством коллагеновых волокон без эндотелиальной выстилки (рис. 6С, 6Д). Толщина сформированной неоинтимы в пределах одного микропрепарата была неравномерной.

Формирование vasa vasorum в сроке 6 месяцев от начала эксперимента выявлено у животных в обеих группах. При этом имели место различия в степени васкуляризации. У свиней, которым был имплантирован биологический сосудистый протез из бычьего ксеноперикарда, формирование сосудов капиллярного типа отмечалось и в области наружной поверхности протеза, и в неоинтима (рис. 7А). У свиней с имплантированным синтетическим сосудистым протезом также установлено наличие vasa vasorum со стороны наружной поверхности протеза (рис. 7В), однако отмечено уплотнение неоинтимы с отно-

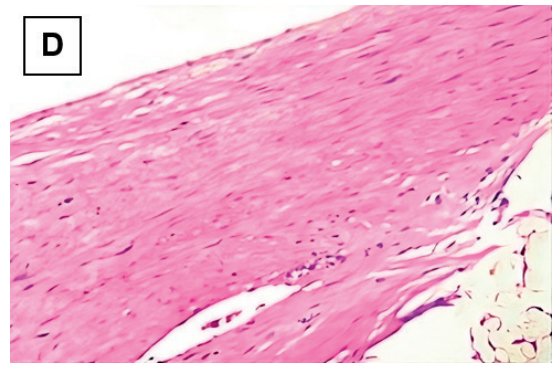
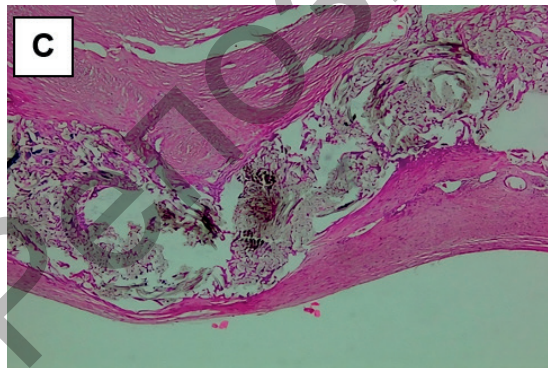
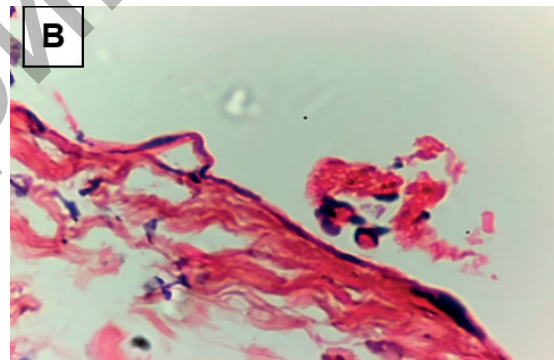
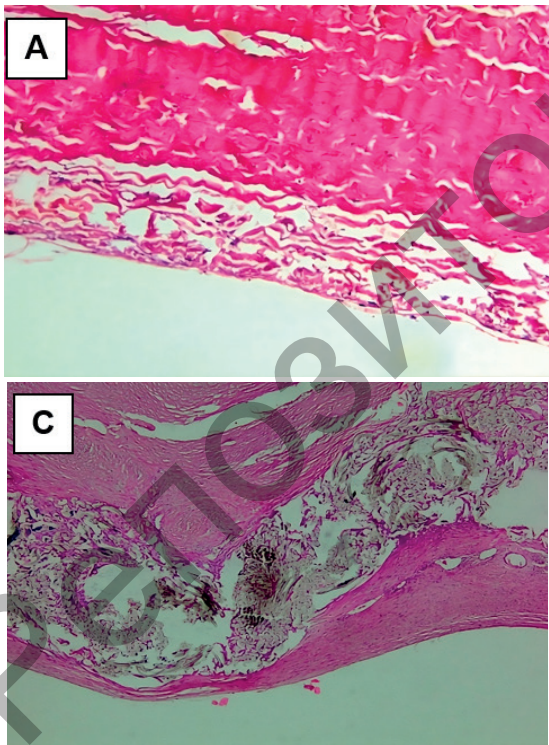


Рисунок 6. – Неоинтима биопротеза из упорядоченных волокон соединительной ткани с эндотелиальной выстилкой (6 мес. после операции), окраска гематоксилин-эозин, $\times 100$ (А). Эндотелий на поверхности неоинтимы биопротеза (6 мес. после операции), окраска гематоксилин-эозин, $\times 400$ (В). Неравномерная толщина неоинтимы синтетического протеза (6 мес. после операции), окраска гематоксилин-эозин, $\times 50$ (С). Неоинтима синтетического протеза без эндотелиальной выстилки (6 мес. после операции), окраска гематоксилин-эозин, $\times 200$ (Д)

Figure 6. – Neointima of a biological graft presented as ordered connective tissue fibers with endothelial lining (6 months after surgery), hematoxylin-eosin stain, $\times 100$ (A). Endothelium on the surface of the biological graft's neointima (6 months after surgery), hematoxylin-eosin stain, $\times 400$ (B). Uneven thickness of the synthetic graft's neointima (6 months after surgery), hematoxylin-eosin stain, $\times 50$ (C). Neointima of a synthetic graft without endothelial lining (6 months after surgery), hematoxylin-eosin stain, $\times 200$ (D)

сительным снижением количества капилляров (рис. 7С). Следует также отметить нарастание выраженности дегенеративных изменений в группе СП в виде распространенного отложения кальцинатов в соединительнотканной выстилке по внутренней поверхности сосудистого протеза (рис. 7D).

В ходе морфометрического анализа установлено, что в сроке наблюдения 3 месяца после операции в группе животных, которым был имплантирован биологический сосудистый протез из бычьего ксеноперикарда, толщина неоинтимы составляла от 28,89 до 85,69 мкм (рис. 8А). Толщина неоинтимы в группе животных с синтетическим сосудистым протезом была значительно выше, отличалась существенной вариабельностью в пределах одного поля зрения: от 740,93 до 2500,89 мкм (рис. 8В). Толщина сформированной неоинтимы через 3 месяца после операции в группе БП составила $M = 53,9$ (49,5-60,5) мкм, в группе СП – $M = 1463,9$ (1115,4-1745,2) мкм ($p < 0,001$).

Через 6 месяцев после имплантации в группе животных с биологическим протезом толщина неоинтимы составляла от 41,19 до 134,04 мкм (рис. 9А). В группе животных с синтетическим

протезом толщина неоинтимы находилась в диапазоне от 92,84 до 4347,19 мкм (рис. 9В). Через 6 месяцев толщина неоинтимы в группе животных с биопротезом составила $M = 90,2$ (69,0-104,5) мкм, в группе с синтетическим сосудистым протезом – $M = 1274,2$ (501,0-1965,2) мкм ($p < 0,001$).

При поэтапном выведении животных из эксперимента в сроке до 3-х месяцев после операции у двух животных с имплантированным синтетическим сосудистым протезом из дакрона выявлен полный тромбоз сосудистого графта. У животных, которым был имплантирован биологический сосудистый протез из бычьего ксеноперикарда, тромботических осложнений в зоне протеза и анастомозов его с аортой на протяжении всего периода наблюдения (6 месяцев) не выявлено.

Проведенный поиск по реферативным базам данных (Scopus, Web of Science, MEDLINE, CNKI), к сожалению, не увенчался успехом. Не удалось найти публикации, в которых описывались бы экспериментальные исследования по морфологическому изучению процесса формирования неоинтимы и *vasa vasorum* при применении сосудистых протезов в артериальном русле.

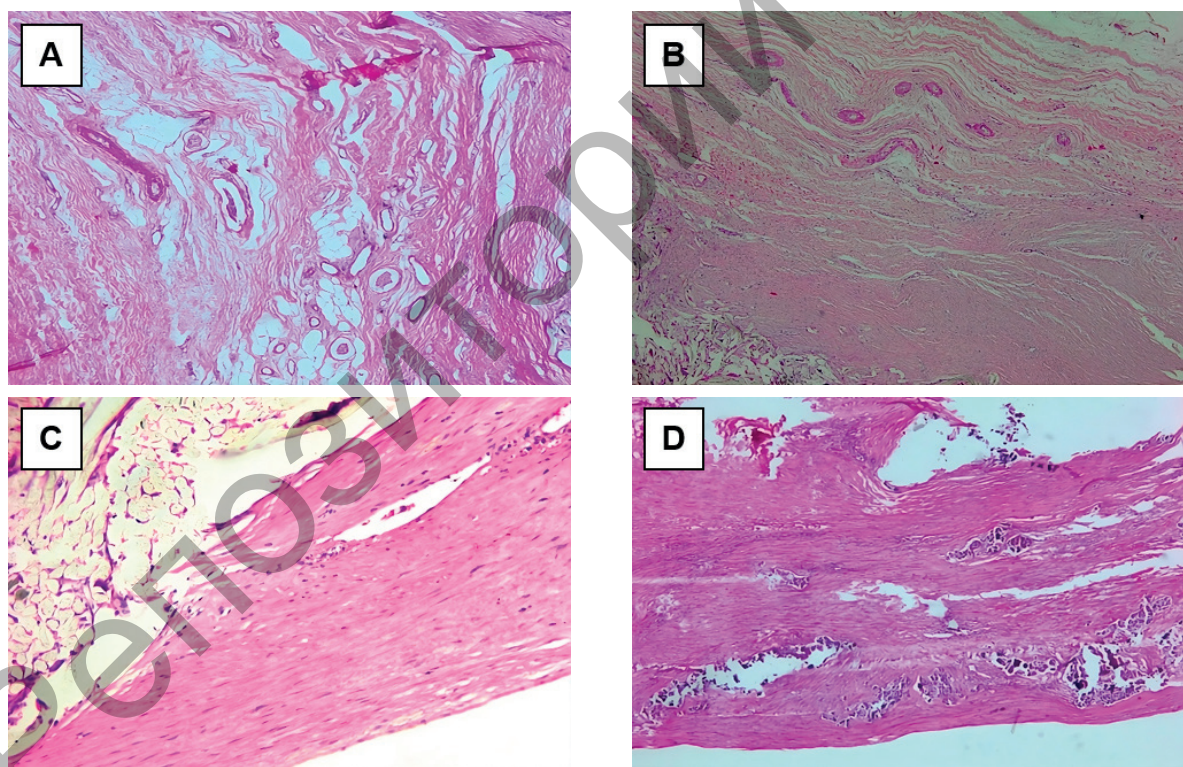


Рисунок 7. – Vasa vasorum со стороны наружной поверхности биопротеза (6 месяцев после операции), окраска гематоксилин-эозин, $\times 200$ (A). Vasa vasorum со стороны наружной поверхности синтетического протеза (6 месяцев после операции), окраска гематоксилин-эозин, $\times 100$ (B). Неоинтима синтетического протеза из плотной соединительной ткани с небольшим количеством капилляров (6 месяцев после операции), окраска гематоксилин-эозин, $\times 200$ (C). Множественные кальцинаты в неоинтима синтетического протеза (6 месяцев после операции), окраска гематоксилин-эозин, $\times 100$ (D)

Figure 7. – Vasa vasorum from the outer surface of the biological graft (6 months after surgery), hematoxylin-eosin stain, $\times 200$ (A). Vasa vasorum from the outer surface of the synthetic graft (6 months after surgery), hematoxylin-eosin stain, $\times 100$ (B). Neointima of a synthetic graft as dense connective tissue with a small number of capillaries (6 months after surgery), hematoxylin-eosin stain, $\times 200$ (C). Multiple calcifications in the neointima of a synthetic graft (6 months after surgery), hematoxylin-eosin stain, $\times 100$ (D)

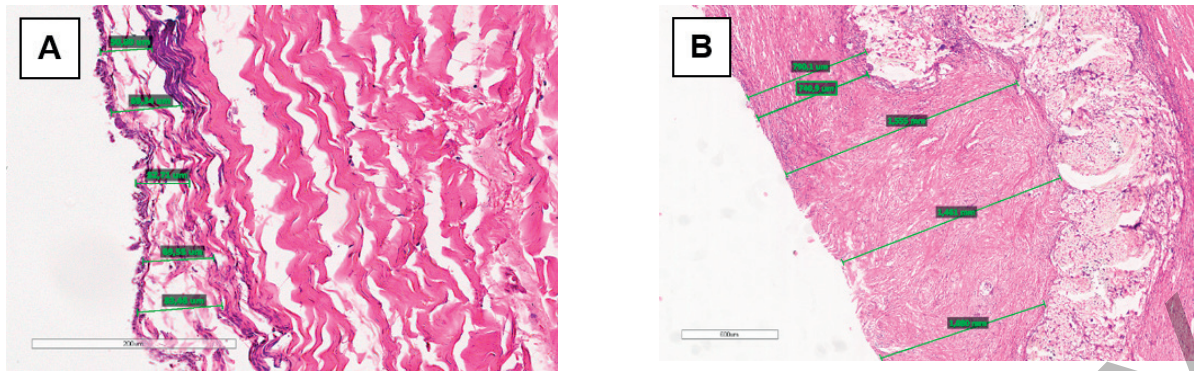


Рисунок 8. – Измерение толщины неоинтимы в группе с биологическим (А) и синтетическим (В) протезом в сроке наблюдения 3 месяца после имплантации (окраска гематоксилин-эозин, ×50)

Figure 8. – Measurement of the neointima thickness in the group with biological (A) and synthetic (B) vascular graft at the follow-up period of 3 months after implantation (hematoxylin-eosin stain, ×50)

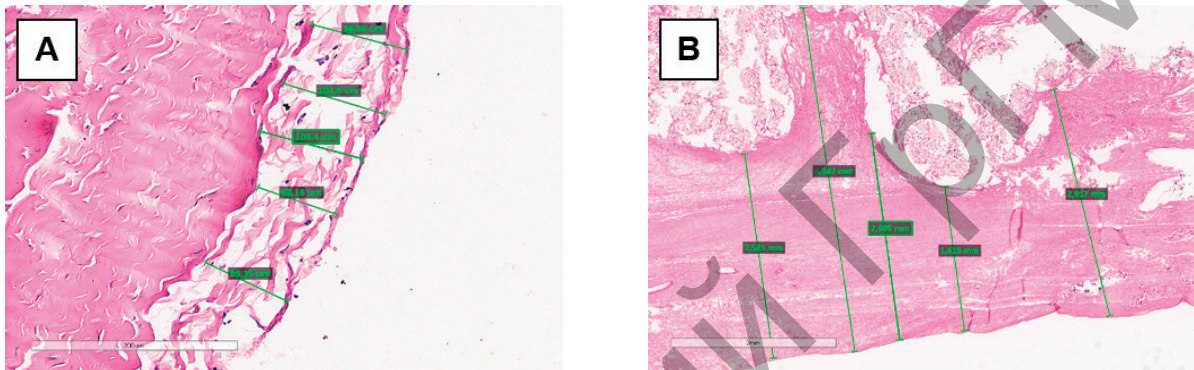


Рисунок 9. – Измерение толщины неоинтимы в группе с биологическим (А) и синтетическим (В) протезом в сроке наблюдения 6 месяцев после имплантации (окраска гематоксилин-эозин, ×50)

Figure 9. – Measurement of the neointima thickness in the group with biological (A) and synthetic (B) vascular graft at the follow-up period of 6 months after implantation (hematoxylin-eosin stain, ×50)

Закключение

Формирование неоинтимы отмечается при использовании как биологического, так и синтетического сосудистых протезов и происходит за счет организации тромботических масс, а также за счет миграции гладкомышечных клеток, фибробластов и эндотелиоцитов стенки кровеносного сосуда. При этом эндотелизация образованной неоинтимы обнаружена только в группе животных, которым был имплантирован биологический сосудистый протез из бычьего ксеноперикарда, что, наряду с более ранней и выраженной васкуляризацией, свидетельствует о его большей «физиологичности» и выступает фактором, снижающим риск тромбообразования.

Литература

1. Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990-2019: Update From the GBD 2019 Study / G. A. Roth [et al.] // J Am Coll Cardiol. – 2020. – Vol. 76, № 25. – P. 2982-3021. – doi: 10.1016/j.jacc.2020.11.010.
2. Editor's Choice - European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2020 Clinical Practice Guidelines on the Management of Acute Limb Ischaemia / M. Björck [et al.] // Eur J Vasc Endovasc Surg. – 2020. – Vol. 59, № 2. – P. 173-218. – doi: 10.1016/j.ejvs.2019.09.006.
3. Patterns of Neointima Formation after Coil or Stent Treatment in a Rat Saccular Sidewall Aneurysm Model / B. E. Grüter [et al.] // Stroke. – 2021. – Vol. 52, № 3. – P. 1043-1052. – doi: 10.1161/STROKEAHA.120.032255.

Неоинтима, формирующаяся при использовании синтетического сосудистого протеза из дакрона, по сравнению с биологическим сосудистым протезом из ксеноперикарда, отличается неравномерной и значительно более выраженной толщиной. Кроме того, в неоинтима синтетического сосудистого протеза определяются очаги дегенеративного кальциноза. Совокупность данных факторов с течением времени может способствовать снижению эластичности синтетического сосудистого протеза, более ранней облитерации его просвета и повышенному риску тромбообразования.

4. Ультраструктура неоинтимы нативных и искусственных элементов системы кровообращения / Р. А. Мухамадияров [и др.] // Архив патологии. – 2022. – Т. 84, № 3. – С. 14-23. – doi: 10.17116/patol20228403114. – edn: B0HXTD.
5. A proteomics analysis of neointima formation on decellularized vascular grafts reveals regenerative alterations in protein signature running head: Proteomics analysis of neointima formation / C. Chen [et al.] // Front Bioeng Biotechnol. – 2022. – Vol. 10. – P. 894956. – doi: 10.3389/fbioe.2022.894956.

References

1. Roth GA, Mensah GA, Johnson CO, Addolorato G, Ammirati E, Baddour LM, Barengo NC, Beaton AZ,

- Benjamin EJ, Benziger CP, Bonny A, Brauer M, Brodmann M, Cahill TJ, Carapetis J, Catapano AL, Chugh SS, Cooper LT, Coresh J, Criqui M, DeCleene N, Eagle KA, Emmons-Bell S, Feigin VL, Fernández-Solà J, et al. Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990-2019: Update From the GBD 2019 Study. *J Am Coll Cardiol*. 2020;76(25):2982-3021. doi: 10.1016/j.jacc.2020.11.010.
2. Björck M, Earnshaw JJ, Acosta S, Bastos Gonçalves F, Cochenne F, Debus ES, Hinchliffe R, Jongkind V, Koelemay MJW, Menyhei G, Svetlikov AV, Tshomba Y, Van Den Berg JC, Esvs Guidelines Committee, de Borst GJ, Chakfé N, Kakkos SK, Koncar I, Lindholt JS, Tulamo R, Vega de Ceniga M, Vermassen F, Boyle JR, Mani K, Azuma N, et al. Editor's Choice - European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2020 Clinical Practice Guidelines on the Management of Acute Limb Ischaemia. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2020;59(2):173-218. doi: 10.1016/j.ejvs.2019.09.006.
 3. Grüter BE, Wanderer S, Strange F, Boillat G, Täschler D, Rey J, Croci DM, Grandgirard D, Leib SL, von Gunten M, Di Santo S, Widmer HR, Remonda L, Anderegg L, Nevzati E, Coluccia D, Fandino J, Marbacher S. Patterns of Neointima Formation after Coil or Stent Treatment in a Rat Saccular Sidewall Aneurysm Model. *Stroke*. 2021;52(3):1043-1052. doi: 10.1161/STROKEAHA.120.032255.
 4. Mukhamadiyarov RA, Koshelev VA, Frolov AV, Mironov AV, Shabaev AR, Evtushenko AV, Lyapin AA, Kutikhin AG. Ultrastructure of neointima of native and artificial elements of the blood circulatory system. *Russian Journal of Archive of Pathology*. 2022;84(3):14-23. doi: 10.17116/patol20228403114. (Russian).
 5. Chen C, Lu T, Wu Z, Xie X, Liu Y, Huang C, Liu Y. A proteomics analysis of neointima formation on decellularized vascular grafts reveals regenerative alterations in protein signature running head: Proteomics analysis of neointima formation. *Front Bioeng Biotechnol*. 2022;10:894956. doi: 10.3389/fbioe.2022.894956.

MORPHOLOGICAL EVALUATION OF THE NEOINTIMA AND VASA VASORUM FORMATION AFTER ABDOMINAL AORTIC REPLACEMENT IN AN EXPERIMENT

H. A. Popel¹, I. A. Maisyenko¹, V. A. Yermachenka²

¹Republican Scientific and Practical Center of Cardiology, Minsk, Belarus

²City Clinical Pathoanatomical Bureau, Minsk, Belarus

Background. The article considers one of the most important problems in modern vascular surgery – the choice of a vascular graft for performing reconstructive surgical operations on the great vessels.

The aim of this study is to perform a morphological comparison of the neointima and vasa vasorum formation in an experiment using various types of vascular grafts.

Material and methods. The study was performed on female white pigs (n=12). The animals were divided into 2 groups: group 1 – those with implantation of a synthetic vascular graft made of Dacron coated with modified gelatin, group 2 – those with implantation of a biological vascular graft made of bovine xenopericardium. The material for histological examination was explanted vascular grafts with segments of the abdominal aorta. The sections were stained with hematoxylin and eosin, and Masson trichrome. For the morphometric study we used digital images of histological preparations obtained from a Leica DFC425 digital camera as well as scanned digital images of histological preparations obtained from a Leica Aperio AT2 scanner.

Results. Morphometric examination of the neointima revealed that 3 and 6 months after surgery, the thickness of the neointima when using a synthetic vascular graft was significantly greater than when using a biological vascular graft from bovine xenopericardium ($p < 0.001$). Endothelialization of the neointima was noted only in the group of animals with a bioprosthesis. At the same time, an earlier and more pronounced formation of vasa vasorum was noted in animals with an implanted biological vascular graft.

Conclusion. The formation of neointima was noted when using both biological and synthetic vascular grafts. In the group of animals with an implanted biological vascular graft from bovine xenopericardium, neointima endothelialization and pronounced vascularization were noted, which indicates a greater physiological potential of this graft and is a factor reducing the risk of thrombosis.

Keywords: biological vascular graft, bovine xenopericardium, synthetic vascular graft, abdominal aorta, neointima.

For citation: Popel HA, Maisyenko IA, Yermachenka VA. Morphological evaluation of the neointima and vasa vasorum formation after abdominal aortic replacement in an experiment. *Journal of the Grodno State Medical University*. 2024;22(4):312-318. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2024-22-4-312-318>.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Соответствие принципам этики. Исследование одобрено локальным этическим комитетом.

Conformity with the principles of ethics. The study was approved by the local ethics committee.

Об авторах / About the authors

*Попель Геннадий Адольфович / Popel Henadzi, e-mail: hpopel@mail.ru, ORCID: 0000-0002-1140-0806

Моисеенко Иван Александрович / Maisyenko Ivan, ORCID: 0000-0001-5403-7464

Ермоchenko Виктория Александровна / Yermachenka Victoriya, ORCID: 0009-0002-4126-7476

* – автор, ответственный за переписку / corresponding author

Поступила / Received: 03.04.2024

Принята к публикации / Accepted for publication: 02.07.2024