Дорошко Е.Ю., Лызиов А.А., Тихманович В.Е., Каплан М.Л.
Гомельский государственный медицинский университет, Гомель, Беларусь

Doroshko Ya., Lyzikov A., Tihmanovich V., Kaplan M.
Gomel State Medical University, Gomel, Belarus

Анализ инфекционных осложнений искусственных сосудистых протезов после операций на аорто-подвздошно-бедренном сегменте

Analysis of Infectious Complications of Artificial Vascular
Prostheses after Operations on the Aorta-Iliac-Femoral Segment

Резюме

Цель. Проанализировать факторы развития инфекционных осложнений искусственных сосудистых протезов и результаты повторного хирургического лечения.

Материалы и методы. Проанализированы 609 медицинских карт стационарных пациентов. Выявлено и проанализировано 25 случаев инфицирования синтетического кондуита после реконструктивных сосудистых вмешательств на аорто-подвздошно-бедренном сегменте.

Результаты. В статье описаны инфекционные осложнения пациентов с искусственными сосудистыми протезами. Выявлен возможный инфекционный агент. Определены пути инфицирования сосудистого протеза и временной период развития инфекционных осложнений. Приведены результаты активной хирургической тактики при инфицировании синтетических сосудистых протезов.

Выводы. Частота инфицирования искусственных сосудистых протезов после реконструктивных операций в аорто-подвздошно-бедренном сегменте составила 4,1%. Установлена значимая роль контактного пути и бактерий рода *Staphylococcus* в развитии инфицирования искусственных сосудистых протезов. Развитие инфекционных осложнений преимущественно происходило в течение 1,5 года от момента операции, и установлена 16,7% летальность пациентов, несмотря на хирургическое лечение.

Ключевые слова: аорто-подвздошно-бедренный сегмент, сосудистый протез, осложнения, инфицирование протезов.

Abstract

Purpose. To analyze the factors of infectious complications of artificial vascular prostheses and the results of repeated surgical treatment.

Materials and methods. We analyzed 609 medical records of inpatient patients. We identified and analyzed 25 cases with synthetic conduit infection after reconstructive vascular interventions on the aorta-iliac-femoral segment.

Results. The article describes the infectious complications of patients with artificial vascular prostheses. A possible infectious agent has been identified. The ways of infection of the vascular prosthesis and the time period of development of infectious complications were determined. The results of active surgical tactics in the infection of synthetic vascular prostheses are presented.

Conclusions. The infection rate of artificial vascular prostheses after reconstructive operations in the aorta-iliac-femoral segment 4.1%. A significant role of the contact pathway and bacteria of the genus *Staphylococcus* in the development of infection of artificial vascular prostheses has been established. The development of infectious complications mainly occurred within 1.5 years from the moment of surgery and a 16.7% mortality rate of patients was established, despite active surgical treatment.

Keywords: aorta-iliac-femoral segment, vascular prostheses, complications, infection of prostheses.

■ ВВЕДЕНИЕ

Инфицирование синтетических сосудистых протезов после реконструктивных сосудистых вмешательств встречается редко (0,5–6%) [1–3, 11], однако его последствия зачастую носят драматичный характер, приводя к гибели или инвалидности пациента [4]. Развитие инфекционного процесса в зоне реконструкции может быть первичным и вторичным. Первичное инфицирование возникает при имплантации и, как правило, связано с нарушением правил асептики. Источником инфицирования являются руки хирурга или нарушение стерильности протеза и инструментов [5, 6]. Вторичное инфицирование протеза происходит контактным, гематогенным и лимфогенным путями. Инфекция на поверхности протеза при контактном пути развивается на фоне таких послеоперационных осложнений, как поверхностное нагноение раны, краевой некроз кожи, парапротезная гематома, скопление серозной жидкости или лимфорея. Источниками инфекции могут служить кожа, лимфатические узлы, патологически измененная артериальная стенка [6]. Со стороны кожи риск инфицирования возрастает при поверхностном расположении конструкции. Воспаленные лимфатические узлы и сосуды повышают риск инфицирования протеза, особенно бедренные доступы, при наличии инфекции или гангрены нижней конечности. Нагноение послеоперационных ран обусловлено ослаблением адаптационных возможностей организма, снижением регенерационной способности тканей и их устойчивости к инфекции, наличием хронических трофических расстройств у значительной части пациентов в связи с длительным анамнезом заболевания [3]. Источником вторичного заражения кондуита может быть кишечная флора при нарушении целостности кишечника или при simultанном проведении операции на желудочно-кишечном тракте [5]. Инфекция может развиваться также из-за гематогенной имплантации бактерий на поверхность протеза. Однако в пористых тканых протезах образуется тонкий слой фибрина, постепенно замещаемый зрелым коллагеном, прорастающим с наружной поверхности. Преимуществами подобного «приживления» искусственных протезов являются повышенная резистентность к поздней гематогенной инфекции и улучшенная переносимость низкоскоростного кровотока [7].

Основной задачей профилактики развития инфицирования кондуита является предотвращение путей инфицирования всеми доступными

методами: адъювантной антимикробной терапией, предоперационной санацией очагов хронической инфекции, тщательным соблюдением правил работы с имплантами в ходе операции. Важно отметить, что операции в срочном или неотложном порядке лишают возможности полноценно подготовить пациента. Таким образом, в арсенале сосудистого хирурга остаются направления активной профилактики инфекции сосудистого протеза: весьма агрессивная антибактериальная терапия [8] и использование аутовенозных протезов, аллографтов и протезов с дополнительным антимикробным потенциалом.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определение преимущественного пути инфицирования, возбудителей инфекционного процесса, частоты и вероятного временного периода для развития инфекционных осложнений искусственных сосудистых протезов и анализ результатов хирургического лечения.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Настоящая работа представляет ретроспективное нерандомизированное исследование, основанное на данных 609 медицинских карт стационарных пациентов после реконструктивных вмешательств на аорто-подвздошно-бедренном сегменте синтетическим сосудистым протезом в период с 2015 по 2020 г. в Гомельском областном клиническом кардиологическом центре. Инфицирование синтетических протезов после хирургических вмешательств выявлено у 25 пациентов. Длительность наблюдения за пациентами варьировалась от 1 до 60 (10,84±16,24) месяцев. Изучены следующие показатели: возраст, пол, место жительства, трудоспособность (см. таблицу).

У пациентов проанализированы сроки инфицирования сосудистого протеза (раннее (до 4 месяцев) и позднее (после 4 месяцев)), пути инфицирования, основной возбудитель инфекционного процесса, характер лечебных мероприятий и их эффективность в соответствии с рекомендациями Европейского общества сосудистых хирургов по регистрации случаев инфицирования сосудистых протезов [9].

Диагностика основывалась на описании клинических проявлений локального состояния послеоперационной раны и системного воспалительного процесса. Для определения распространения инфицирования

Демографическая характеристика пациентов с инфицированием синтетического кондуита

Demographic characteristics of patients with synthetic conduit infection

Параметр	Группа пациентов (n=25)
Возраст, годы*	58 (55; 63)
Пол, мужчины/женщины	25/0 (100/0)
Место жительства, город / сельская местность	17/8 (68/32)
Трудоспособность, работающие/неработающие	7/18 (32/68)

Примечание: * данные представлены в виде медианы (Q₁; Q₃), в остальных строках n (%).

использовали описания результатов ультразвукового исследования и мультиспиральной компьютерной томографии. Методом микробиологического исследования раневого отделяемого определялся возбудитель инфекционного процесса.

Для оценки распространенности инфекционного поражения и степени вовлечения в него сосудистого протеза была использована классификация, предложенная R. Samson [10]: 1-я группа – инфекция, распространяющаяся не глубже кожи; 2-я – инфекция, распространяющаяся в подкожные ткани, но явно не вступающая в прямой контакт с протезом; 3-я – инфекция, распространяющаяся на основную часть протеза, но без вовлечения анастомозов; 4-я – инфекция, распространяющаяся на анастомозы, но без бактериемии и эпизодов аррозивного кровотечения; 5-я – то же, но со септициемией и/или эпизодом аррозивного кровотечения. В данном исследовании факт наличия инфицирования искусственного сосудистого протеза констатировался при выявлении признаков 3–5-й групп.

Выявление у пациентов контактного пути инфицирования, при котором источниками инфицирования являлся сам протез или раневые послеоперационные осложнения, осуществлялось при совокупности всех критериев включения, сформированных исходя из анализа литературных данных [3–7]:

1. Хроническая артериальная недостаточность II–III стадии и отсутствие ран промежности и периаанальной области, которые дренируются через паховые лимфоузлы.
2. Отсутствие инфекций мочевыводящих путей.
3. Отсутствие потенциальных источников бактериемии и сепсиса (инфекционные заболевания, ламинарные тромбы, выстилающие просвет аневризмы, инфицированные раны различных областей).
4. Отсутствие нарушений целостности кишечника или симультанного проведения хирургического вмешательства.

Статистический анализ результатов проводился с использованием программных комплексов Excel 2013 и Statistica 10.0. Количественные показатели представлены в виде медианы и квартилей. Анализ наиболее вероятного временного периода инфицирования протеза в различные сроки наблюдения был произведен посредством создания графической модели функции выживания по методу Каплана – Мейера.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Инфицирование синтетических протезов после хирургических вмешательств в аорто-подвздошно-бедренном сегменте выявлено в 25 случаях, что составило 4,1% от общей выборки исследования. Следует отметить, что этот показатель относится именно к частоте развития инфекционных осложнений, в большей или меньшей степени вовлекающих в процесс искусственный сосудистый протез.

Учитывая неоднородность выборки пациентов из 25 наблюдений, у которых наблюдали инфицирование синтетического сосудистого протеза, были проанализированы сроки инфицирования сосудистого протеза, пути инфицирования, основной возбудитель инфекционного процесса (рис. 1), клинические проявления инфицирования кондуита (рис. 2), характер лечебных мероприятий и их эффективность.

Рис. 1. Основные возбудители инфекционного процесса у пациентов после реконструктивных операций на аорто-подвздошно-бедренном сегменте

Fig. 1. The main causative agents of the infectious process in patients after reconstructive surgery on the aorto-ilio-femoral segment

Рис. 2. Клинические проявления инфекционных осложнений у пациентов после реконструктивных операций на аорто-подвздошно-бедренном сегменте

Fig. 2. Clinical manifestations of infectious complications in patients after reconstructive surgery on the aorto-ilio-femoral segment

У 13 пациентов (52%) инфекция на поверхности протеза развивалась после выписки из стационара в сроки, не превышавшие 4 месяца, что, согласно актуальным рекомендациям, должно быть расценено как раннее инфицирование. При этом степень вовлеченности сосудистого протеза соответствовала III–V типам по классификации R. Samson [10]. Клинические проявления инфицирования у пациентов были представлены локальными изменениями в зоне оперативного вмешательства, синдромом системной воспалительной реакции и сепсиса. Выявлено

Рис. 3. Функция выживаемости («свободы» от инфицирования) по Каплану – Мейеру в течение периода наблюдения в общей когорте пациентов

Fig. 3. Function of survival («freedom» from infection) according to Kaplan-Meier during the observation period in the general cohort of patients

4 аррозивных кровотечения протезов в сроки менее 4 месяцев от момента операции.

Для оценки кумулятивной «свободы» от инфицирования (величины, обратной частоте развития инфицирования протеза) был использован метод выживаемости Каплана – Мейера. Анализировали всю выборку в целом (рис. 3). Полученные данные свидетельствуют о том, что основное число эпизодов манифестации инфицирования приходится на первых 18 месяцев, при этом более половины случаев происходит в течение 4 месяцев послеоперационного периода.

У 19 из 25 пациентов в исследуемой группе по заданным критериям выявлен контактный путь инфицирования искусственного сосудистого протеза, что составило 76%, и, соответственно, у 6 пациентов, или у 24%, вероятен другой путь инфицирования кондуита (гематогенный, лимфогенный и связанный с повреждением кишки во время операции).

Для верификации возбудителя и подбора антимикробной терапии всем пациентам проводили микробиологическое исследование с определением чувствительности к антибиотикам. В 9 случаях (36%) при бактериологическом исследовании очага инфекции возбудителем оказался *Staphylococcus aureus*, в 3 случаях – *Staphylococcus epidermidis*, в 1 случае – *Staphylococcus haemolyticus*, а в 7 случаях отсутствовал рост микроорганизмов. Прочие возбудители, а также микст-инфекции

в результатах бактериологических исследований отсутствовали, однако у 5 пациентов (20%) отсутствовали результаты (рис. 1).

У 24 пациентов после реконструктивных сосудистых вмешательств был удален инфицированный протез полностью или частично, а затем выполнено аорто-бедренное (14 пациентов), подвздошно-бедренное (1 пациент), перекрестное бедренно-бедренное (1 пациент) шунтирование (протезирование) аутовеной, аутоартериальное шунтирование (протезирование) выполнено 4 пациентам, санация очага инфекции (1 пациент), перевязка сосудов (4 пациента) и ампутация нижней конечности (4 пациента). Стоит отметить, что 1 пациенту ампутация нижней конечности выполнена после аорто-бедренного протезирования аутовеной. Умерло 5 пациентов (20%) с инфицированными сосудистыми протезами, в том числе после хирургического лечения – 4 пациента (16,7%).

Полученные результаты исследования определили наиболее вероятный для развития инфекционных осложнений временной период. Исходя из полученных данных, преобладающее число событий происходит в течение 1,5 года от момента операции. Результаты, полученные на базе ГБУ СПб «НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе» и ФГБУ «ВЦЭРМ им. А.М. Никитина» в период с 2005 по 2016 г., схожи с приведенными в данном исследовании [2].

Частота встречаемости контактного пути инфицирования среди всех инфицированных протезов – 76%. Следует отметить, что контактный путь включает в себя как первичный (имплантационный) механизм инфицирования во время операции, так и вторичный контактный после операции. Несмотря на сложности с дифференцировкой контактного пути, некоторые авторы [16, 17] придерживаются мнения, что большинство случаев инфицирования сосудистых протезов произошло во время операции.

Верификация возбудителей из результатов микробиологических исследований показала, что более чем в половине случаев (52%) инфицирование происходило бактериями рода *Staphylococcus*. Анализ литературных данных отечественных и зарубежных авторов [1, 2, 12–15] подтверждает значимую роль бактерий рода *Staphylococcus* в развитии инфекционных осложнений после хирургических вмешательств с использованием синтетических протезов в аорто-подвздошно-бедренном сегменте.

Следует обратить внимание на достаточно высокую летальность (16,7%) пациентов с протезной инфекцией даже после повторного хирургического лечения, что показывает высокую значимость профилактики инфекционного процесса на поверхности синтетического сосудистого протеза.

■ ВЫВОДЫ

1. Частота инфекционных осложнений искусственных сосудистых протезов после реконструктивных операций в аорто-подвздошно-бедренном сегменте составила 4,1% от общего числа оперированных пациентов.
2. Преимущественным путем инфицирования искусственных кондуитов является контактный, который в данном исследовании встречается в 76% случаев.

3. Значимая роль в развитии инфекционного процесса сосудистых кондуитов принадлежит бактериям рода *Staphylococcus*, которые встречаются более чем в половине случаев (52%).
4. Преобладающее число инфекционных осложнений происходит в течение 1,5 года от момента операции.
5. У пациентов с инфекционными осложнениями после реконструктивных операций на артериях аорто-подвздошно-бедренного сегмента при повторных операциях летальность составила 16,7%.

Финансирование. Работа выполнялась в соответствии с планом научных исследований Гомельского государственного медицинского университета и в рамках финансируемой из средств Гомельского областного исполнительного комитета темы НИР «Разработать метод местного лечения трофических язв сосудистой этиологии с использованием биodeградируемых материалов» № госрегистрации 20192872 от 30.10.2019.

Funding. The work was carried out in accordance with the research plan of the Gomel State Medical University and within the framework of the research topic: "To develop a method of local treatment of trophic ulcers of vascular etiology using biodegradable materials", funded from the funds of the Gomel regional Executive Committee, state registration No. 20192872, dated 30.10.2019.

Вклад авторов: концепция и дизайн исследования – Дорошко Е.Ю., Лызиков А.А., Каплан М.Л.; сбор материала и создание базы данных – Дорошко Е.Ю.; статистическая обработка данных – Дорошко Е.Ю., Тихманович В.Е.; редактирование и обсуждение данных – Лызиков А.А., Каплан М.Л., Дорошко Е.Ю.; обзор публикаций по теме статьи – Дорошко Е.Ю.; проверка критически важного содержания и утверждение рукописи для публикации – Дорошко Е.Ю., Лызиков А.А., Тихманович В.Е., Каплан М.Л.

Authors' contribution: study concept and design – Doroshko Ya., Lyzikov A., Kaplan M.; collection of material and creation of a sample database – Doroshko Ya.; statistical data processing – Doroshko Ya., Tihmanovich V.; editing and data discussion – Lyzikov A., Kaplan M., Doroshko Ya.; review of publications on the topic of the article – Doroshko Ya., review of critical content and approval of the manuscript for publication – Doroshko Ya., Lyzikov A., Kaplan M., Tihmanovich V.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Bokeria L.A., Abdulgasanov R.A., Ivanov A.V., Arakelyan V.S. (2019) Tekstil'nye sosudistye protezy v angiohirurgii [Textile vascular prostheses in angiosurgery]. *Annaly hirurgii*, vol. 24, no 3, pp. 165–174. doi: 10.24022/1560-9502-2019-24-3-165-174
2. Andreychuk K.A. (2016) Vybór sosudistogo proteza v hirurgii aorty «vysokogo riska» [The choice of vascular prosthesis in "high-risk" aortic surgery]. *Kardiologiya i serdechno-sosudistaya hirurgiya*, vol. 9, no 4, pp. 95–104. doi: 10.17116/kardio20169495-103
3. Doroshko Y.Y., Lyzikov A.A. (2020) Biomekhanicheskie svoystva, patogeneticheskie mekhanizmy i puti infitsirovaniya tkanyh sosudistyh protezov v angiohirurgii [Biomechanical properties, pathogenetic mechanisms and pathways of infection of woven vascular prostheses in angiosurgery]. *Problemy Zdorov'ya i Ekologii*, vol. 66, no 4, pp. 79–86.

4. De Donato G., Setacci F., Galzerano G., Ruzzi U., Borrelli M.P., Mazzitelli G., Setacci C. (2014) Prosthesis Infection: Prevention and Treatment. *The Journal of Cardiovascular Surgery*, vol. 55, no 6, pp. 779–792.
5. Lyzikov A.A. (2011) Infekcionnye oslozheniya pri implantatsii sosudistyh protezov [Infectious complications during implantation of vascular prostheses]. *Problemy Zdorov'ya i Ekologii*, vol. 4, no 30, pp. 75–79.
6. Sarkisyan A.S. (2011) Infekciya sosudistyh protezov [Infection of vascular prostheses]. *Vestnik hirurgii Armenii*, no 1, pp. 23–29.
7. Lyzikov A.A. (2010) Primenenie iskusstvennyh protezov v rekonstrukciyah sosudov [The use of artificial prostheses in vascular reconstructions]. *Novosti hirurgii*, vol. 18, no 4, pp. 135–145.
8. Yeager R., McConell D., Sasaki T. (1985) Aortic and peripheral prosthetic graft infection: Differential management and causes of mortality. *The American Journal of Surgery*, vol. 150, no 1, pp. 36–43. doi: 10.1016/0002-9610(85)90007-8
9. Teebken O.E., Bisdas T., Assadian O., Ricco J-B. (2012) Recommendations for Reporting Treatment of Aortic Graft Infections. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, vol. 43, no 2, pp. 174–178. doi: 10.1016/j.ejvs.2011.11.003
10. Samson R.H., Veith F.J., Janko G.S., Gupta S.K., Scher L.A. (1988) A modified classification and approach to the management of infections involving peripheral arterial prosthetic grafts. *Journal of Vascular Surgery*, vol. 8, no 2, pp. 147–153. doi: 10.1016/0741-5214(88)90402-8
11. Abdulgasanov R.A. (2016) Infekciya sosudistyh protezov [Infection of vascular prostheses]. *Kompleksnye problemy serdechno-sosudistyh zabolevanij*, no 1, pp. 12–17. doi: 10.17802/2306-1278-2016-1-12-17
12. Romanovich A.V. Khryshchanovich V.Y. (2017) Paraproteznaya infekciya v sosudistoj hirurgii: sovremennoe sostoyanie problem [Paraprosthesis infection in vascular surgery: the current state of the problem]. *Novosti hirurgii*, vol. 25, no 3, pp. 292–299. doi: 10.18484/2305-0047.2017.3.292
13. Stone P.A., Back M.R., Armstrong P.A., Brumberg R.S., Flaherty S.K., Johnson B.L. et al. (2008) Evolving microbiology and treatment of extracavitary prosthetic graft infections. *Vascular and Endovascular Surgery*, no 42, pp. 537–544.
14. Schwartz J.A. (1987) Culture of abdominal aortic aneurysm contents. An additional series. *Archives of Surgery*, vol. 122, no 7, pp. 777–780. doi: 10.1001/archsurg.1987.01400190043008
15. Wilson W.R., Bower T.C., Creager M.A., Amin-Hanjani S., O'Gara P.T., Lockhart P.B., et al. (2016) Vascular Graft Infections, Mycotic Aneurysms, and Endovascular Infections: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, vol. 134, no 20, pp. 412–460. doi: 10.1161/CIR.0000000000000457
16. Kearney R.A., Eisen H.J., Wolf J.E. (1994) Non-valvular infections of the cardiovascular system. *Annals of Internal Medicine*, vol. 121, no 3, pp. 219–230. doi: 10.7326/0003-4819-121-3-199408010-00010
17. O'Brien T., Collin J. (1992) Prosthetic vascular graft infection. *British Journal of Surgery*, vol. 79, no 12, pp. 1262–1267. doi: 10.1002/bjs.1800791205

Подана/Submitted: 27.05.2021

Принята/Accepted: 08.12.2021

Контакты/Contacts: ronaldy93@mail.ru