

Получена: 17 декабря 2022 / Принята: 20 февраля 2023 / Опубликовано online: 28 февраля 2023

DOI 10.34689/SH.2023.25.1.020

УДК 616-089: 617-089.844: 616.137.2: 616.13-089

ИНТЕРВЕНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ОСЛОЖНЕНИЙ ПОСЛЕ ЭНДОВАСКУЛЯРНОГО ПРОТЕЗИРОВАНИЯ АНЕВРИЗМ ИНФРАРЕНАЛЬНОЙ АОРТЫ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.

Виктор В. Землянский^{1,2}, <https://orcid.org/0000-0002-2458-8086>

Наталья С. Землянская¹, <https://orcid.org/0000-0003-1968-3246>

Токан А. Султаналиев³, <https://orcid.org/0000-0003-1732-9489>

Таирхан Б. Даутов², <https://orcid.org/0000-0002-5267-0108>

Сакен К. Кожаметов¹, <https://orcid.org/0000-0002-0075-0376>

Владимир Г. Опенько¹, <https://orcid.org/0000-0003-0786-2896>

¹ НАО «Медицинский университет Астана», г. Астана, Республика Казахстан;

² Корпоративный фонд «University Medical Center», Департамент радиологии и ядерной медицины, г. Астана, Республика Казахстан;

³ ТОО «Национальный научный онкологический центр», Центр сосудистой хирургии, г. Астана, Республика Казахстан.

Резюме

Введение. В настоящее время в Республике Казахстан накоплен достаточно большой опыт выполнения эндоваскулярных вмешательств у пациентов с аневризматическим поражением инфраренальной аорты. В ходе оценки отдаленных результатов эндоваскулярного протезирования, проведенной в рамках ряда научных работ, установлено, что наиболее частым осложнением, ухудшающим результаты эндоваскулярного лечения аневризм, является развитие эндоподтеканий в полость аневризматического мешка после его изоляции. Применяемые на сегодняшний день методики превентивной эмболизации с использованием металлических спиралей и эндоваскулярных окклюдеров показывают высокую частоту развития ретроградных эндоподтеканий и развития высокой перемежающей хромоты (5,53% и 29,5% соответственно).

Цель: изучить результаты применения интервенционных методов предупреждения эндоподтеканий после эндоваскулярного протезирования аневризм инфраренальной аорты по данным литературы.

Стратегия поиска. В ходе литературного поиска на русском и английском языках глубиной 20 лет (2002-2022 гг.) в базах данных и web-ресурсах PubMed (MEDLINE), eLIBRARY, Google Scholar, «КиберЛенинка» по ключевым словам: «EVAR», «Endoleak», «ЭВПБА», «эндоподтекание» найдено 347 литературных источников, из которых было отобрано 67, соответствующих критериям включения: отчеты о рандомизированных и когортных исследованиях, систематические обзоры и метаанализы, протоколы диагностики и лечения. *Критерии исключения:* газетные публикации, описание клинических случаев, тезисы, личные сообщения, а также источники, содержащие дублирование или повтор информации. В ряде случаев даны ссылки на более ранние публикации, имеющие историческую ценность в изучаемом вопросе.

Результаты. В обзорном материале изложены ранние и отдаленные результаты эндоваскулярного протезирования инфраренальных аневризм, описаны наиболее частые осложнения, ухудшающие результаты лечения. Отражена динамика изменения результатов оперативных вмешательств с накоплением опыта и разработкой новых поколений эндоваскулярных устройств.

Выводы. При изучении отдаленных результатов эндоваскулярного протезирования и открытых реконструктивных вмешательств разницы в выживаемости не обнаружено. В связи с этим, одной из главных задач, которые стоят перед современным сосудистым и эндоваскулярным хирургом при оперативном лечении инфраренальных аневризм – это разработка и применение мер по профилактике возможных осложнений, что, в конечном итоге, позволит улучшить результаты лечения данной категории больных. Рассмотренный в данной статье вопрос предупреждения и борьбы с осложнениями эндоваскулярного протезирования показал недостаточную разработанность темы в части улучшения результатов оперативных вмешательств.

Ключевые слова: аневризма аорты, эндоваскулярное протезирование, эндоподтекание.

Abstract

INTERVENTIONAL METHODS FOR THE PREVENTION OF COMPLICATIONS AFTER ENDOVASCULAR PROSTHETICS OF INFRARENAL AORTIC ANEURYSM: LITERATURE REVIEW

Viktor V. Zemlyanskiy^{1,2}, <https://orcid.org/0000-0002-2458-8086>

Natalya S. Zemlyanskaya¹, <https://orcid.org/0000-0003-1968-3246>

Tokan A. Sultanaliev³, <https://orcid.org/0000-0003-1732-9489>

Tairkhan B. Dautov², <https://orcid.org/0000-0002-5267-0108>

Saken K. Kozhakhmetov¹, <https://orcid.org/0000-0002-0075-0376>

Vladimir G. Openko¹, <https://orcid.org/0000-0003-0786-2896>

¹ NJSC "Astana Medical University", Astana, Republic of Kazakhstan;

² Corporate Fund "University Medical Center", Department of Radiology and Nuclear Medicine, Astana, Republic of Kazakhstan;

³ National Scientific Cancer Center, Center for Vascular Surgery, Astana, Republic of Kazakhstan.

Introduction. The Republic of Kazakhstan has currently accumulated quite a lot of experience in performing endovascular interventions in patients with aneurysmal lesions of the infrarenal aorta. In the course of evaluating the long-term results of endovascular prosthetics, carried out in the framework of a number of scientific works, it was found that the most common complication that worsens the results of endovascular treatment of aneurysms is the development of endoleaks into the cavity of the aneurysmal sac after its isolation. Currently used methods of preventive embolization using metal coils and endovascular occluders show a high incidence of retrograde endoleaks and the development of high intermittent claudication (5.53% and 29.5%, respectively).

Purpose: Study the results of using interventional methods to prevent endoleaks after endovascular repair of infrarenal aortic aneurysms according to the literature.

Search strategy. During a literary search in Russian and English with a depth of 20 years (2002-2022) in databases and web resources PubMed (MEDLINE), eLIBRARY, Google Scholar, CyberLeninka (CYBERLENINKA) using the keywords: "EVAR", "Endoleak, EVPBA, endoleak, 347 literature sources were found, from which 67 were selected that met the inclusion criteria: reports on randomized and cohort studies, systematic reviews and meta-analyses, diagnostic and treatment protocols. Exclusion criteria: newspaper publications, descriptions of clinical cases, abstracts, personal messages, as well as sources containing duplication or repetition of information. In some cases, links are given to earlier publications that have historical value in the issue under study.

Results. The review material describes the early and long-term results of endovascular repair of infrarenal aneurysms, outlines the most common complications that worsen the results of treatment. The dynamics of changes in the results of surgical interventions with the accumulation of experience and the development of new generations of endovascular devices is reflected.

Conclusions. When studying the long-term results of endovascular prosthetics and open reconstructive interventions, no difference in survival was found. In this regard, one of the main tasks facing a modern vascular and endovascular surgeon in the surgical treatment of infrarenal aneurysms is the development and application of measures to prevent possible complications, which, ultimately, will improve the results of treatment of this category of patients. The issue of prevention and control of complications of endovascular prosthesis considered in this article showed insufficient development of the topic in terms of improving the results of surgical interventions.

Key words: aortic aneurysm, endovascular replacement, endoleak.

Түйіндеме

ИНФРАРЕНАЛЬДЫ ҚОЛҚАНЫҢ АНЕВРИЗМАСЫН ЭНДОВАСКУЛЯРЛЫҚ ПРОТЕЗДЕУДЕН KEЙІНГІ АСҚЫНУЛАРДЫҢ АЛДЫН АЛУДЫҢ ИНТЕРВЕНЦИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРІ: ӘДЕБИЕТТЕРГЕ ШОЛУ

Виктор В. Землянский^{1,2}, <https://orcid.org/0000-0002-2458-8086>

Наталья С. Землянская¹, <https://orcid.org/0000-0003-1968-3246>

Токан А. Султаналиев³, <https://orcid.org/0000-0003-1732-9489>

Таирхан Б. Даутов², <https://orcid.org/0000-0002-5267-0108>

Сакен К. Кожакметов¹, <https://orcid.org/0000-0002-0075-0376>

Владимир Г. Опенько¹, <https://orcid.org/0000-0003-0786-2896>

¹ «Астана Медицина Университеті» КеАҚ Астана қ., Қазақстан Республикасы;

² «University Medical Center» Корпоративтік қоры, Радиология және ядролық медицина бөлімі, Астана қ., Қазақстан Республикасы;

³ Ұлттық ғылыми онкологиялық орталық, Тамырлы хирургия орталығы, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Кіріспе. Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасында инфраренальды қолқаның аневризмалық зақымдануы бар науқастарға эндоваскулярлық араласуды жүргізуде айтарлықтай тәжірибе жинақталған. Бірқатар ғылыми жұмыстар аясында жүргізілген эндоваскулярлық протездеудің ұзақ мерзімді нәтижелерін бағалау барысында аневризмаларды эндоваскулярлық емдеудің нәтижелерін нашарлататын ең көп тараған асқыну қан тамырларына эндоваскулярлық ағып кетулердің (эндолик) дамуы екені анықталды оқшауланғаннан кейін аневризмалық қаптың қуысы. Металл катушалар мен эндоваскулярлық окклюдерлерді пайдалана отырып, бүгінгі күні қолданылатын профилактикалық эмболизация әдістері ретроградтық эндолик жоғары жиілігін және жоғары үзік-үзік клаудикацияның дамуын көрсетеді (тіісінше 5,53% және 29,5%).

Мақсаты: әдебиеттерге сәйкес инфраренальды қолқа аневризмаларын эндоваскулярлық протездеуден кейін эндоликтің алдын алудың интервенциялық әдістерін қолдану нәтижелерін зерттеу.

Іздеу стратегиясы: PubMed (MEDLINE), eLIBRARY, Google Scholar, CyberLeninka (CYBERLENINKA) дерекқорлары мен веб-ресурстарында «EVAR», «endoleak», «ЭВПБА», «эндоподтекание», 347 әдебиет көзі табылды, олардың 67-сы қосу критерийлеріне сәйкес таңдалды: рандомизацияланған және когорттық зерттеулер туралы есептер, жүйелі шолулар мен мета-талдаулар, диагностикалық және емдеу хаттамалары. *Алын тастау критерийлері:* газет басылымдары, клиникалық жағдайлардың сипаттамасы, тезистер, жеке хабарламалар, сондай-ақ ақпараттың қайталануы бар дереккөздер. Кейбір жағдайларда сілтемелер зерттелетін мәселеде тарихи құндылығы бар бұрынғы басылымдарға беріледі.

Нәтижесі. Шолу материалы инфраренальды аневризмалардың эндоваскулярлық жөндеуінің ерте және ұзақ мерзімді нәтижелерін сипаттайды, емдеу нәтижелерін нашарлататын жиі кездесетін асқынуларды сипаттайды. Тәжірибе жинақтаумен және эндоваскулярлық құрылғылардың жаңа буындарының дамуымен хирургиялық араласу нәтижелерінің өзгеру динамикасы көрсетілген.

Қорытынды. Эндоваскулярлық протездеу мен ашық реконструктивтік араласудың ұзақ мерзімді нәтижелерін зерттеу кезінде өмір сүрудің айырмашылығы табылған жоқ. Осыған байланысты, инфраренальды аневризмаларды хирургиялық емдеуде заманауи қан тамыр және эндоваскулярлық хирургтың алдында тұрған негізгі міндеттердің бірі, сайып келгенде, пациенттердің осы санатын емдеу нәтижелерін жақсартуға мүмкіндік беретін ықтимал асқынулардың алдын алу шараларын әзірлеу және қолдану болып табылады. Осы мақалада қарастырылған эндоваскулярлық протездеу асқынуларының алдын алу және онымен күресу мәселесі хирургиялық араласулардың нәтижелерін жақсарту бөлігінде тақырыптың жеткіліксіз дамуын көрсетті.

Түйін сөздер: қолқа аневризмасы, эндоваскулярлы алмастыру, эндолик.

Библиографическая ссылка:

Землянский В.В., Землянская Н.С., Султаналиев Т.А., Даутов Т.Б., Кожакметов С.К., Опенько В.Г. Интервенционные методы предупреждения осложнений после эндоваскулярного протезирования аневризм инфраренальной аорты: обзор литературы // Наука и здравоохранение. 2023. 1(Т.25). С. 160-172. doi 10.34689/SH.2023.25.1.020

Zemlyanskiy V.V., Zemlyanskaya N.S., Sultanaliev T.A., Dautov T.B., Kozhakhmetov S.K., Openko V.G. Interventional methods for the prevention of complications after endovascular prosthetics of infrarenal aortic aneurysm: literature review // *Nauka i Zdravookhranenie* [Science & Healthcare]. 2023, (Vol.25) 1, pp. 160-172. doi 10.34689/SH.2023.25.1.020

Землянский В.В., Землянская Н.С., Султаналиев Т.А., Даутов Т.Б., Кожакметов С.К., Опенько В.Г. Инфраренальды қолқаның аневризмасын эндоваскулярлық протездеуден кейінгі асқынулардың алдын алудың интервенциялық әдістері: әдебиеттерге шолу // Ғылым және Денсаулық сақтау. 2023. 1 (Т.25). Б. 160-172. doi 10.34689/SH.2023.25.1.020

Актуальность

Современные скрининговые исследования показывают, что аневризмы брюшного отдела аорты встречаются в популяции от 4,1 до 14,2% среди мужчин и от 0,4 до 6,2% среди женщин старше 60 лет [41, 59]. По данным, полученным в ходе реализации проекта «Глобальной Тяжести Болезней», суммарные цифры летальности при аневризмах возросли с 2,49 на 100 тыс. до 2,78 на 100 тыс. населения, с преобладанием в этой группе пациентов мужского пола. При этом в течение последних двух десятилетий распространенность аневризм брюшной аорты (АБА) в популяции снизилась [1].

Наиболее грозным осложнением аортальных аневризм является их разрыв, который в 80-90% приводит к летальному исходу, даже несмотря на своевременное начатое хирургическое вмешательство. При этом до 50% пациентов погибают до оказания медицинской помощи. Эпидемиологическое исследование, проведенное в США, показало, что 57% фатальных разрывов аневризм приходится на мужчин старше 65 лет, в 34% случаев на женщин и в 9% случаев на мужчин в возрасте до 65 лет [6, 59].

Исследование в Северной Калифорнии, включившее в себя 3248 пациентов с АБА за 17-летний

период, продемонстрировало снижение частоты разрыва аневризм в группе пациентов с исходным диаметром 5,5-6,0 до 2,2%. Наряду с этим выявлена более высокая годовая частота разрывов для АБА диаметром 6,1-7,0 см – до 6,0%, для АБА с диаметром > 7 см – до 18,4%. [38, 47].

В настоящее время в Республике Казахстан накоплен достаточно большой опыт выполнения подобных вмешательств. В ходе оценки отдаленных результатов эндоваскулярного протезирования, проведенной в рамках ряда научных работ, установлено, что наиболее частым осложнением, ухудшающим результаты эндоваскулярного лечения аневризм, является развитие эндоподтеканий в полость аневризматического мешка после его изоляции [8]. Сохранение активного кровотока в просвете аневризм провоцирует рост ее линейных размеров, сохраняет риск ее разрыва. Повторные эндоваскулярные интервенции, направленные на устранение эндоподтеканий после имплантации стент-графта сопряжены со значительными техническими трудностями, сложностью доступа к приводящим артериям.

Применяемые на сегодняшний день методики превентивной эмболизации с использованием

металлических спиралей и эндоваскулярных окклюдеров показывают высокую частоту развития ретроградных эндоподтеканий и развития высокой перемежающейся хромоты (5,53% и 29,5% соответственно) [18].

Цель: изучить результаты применения интервенционных методов предупреждения эндоподтеканий после эндоваскулярного протезирования аневризм инфраренальной аорты по данным литературы.

Стратегия поиска. В ходе литературного поиска на русском и английском языках глубиной 20 лет (2002-2022 гг.) в базах данных и web-ресурсах PubMed (MEDLINE), eLIBRARY, Google Scholar, «КиберЛенинка»

(CYBERLENINKA) по ключевым словам «EVAR», «Endoleak», «ЭВПБА», «эндоподтекание» найдено 347 литературных источников, из которых было отобрано 67, соответствующих *критериям включения*: отчеты о рандомизированных и когортных исследованиях, систематические обзоры и метаанализы, протоколы диагностики и лечения. *Критерии исключения*: газетные публикации, описание клинических случаев, тезисы, личные сообщения, а также источники, содержащие дублирование или повтор информации. В ряде случаев даны ссылки на более ранние публикации, имеющие историческую ценность в изучаемом вопросе.

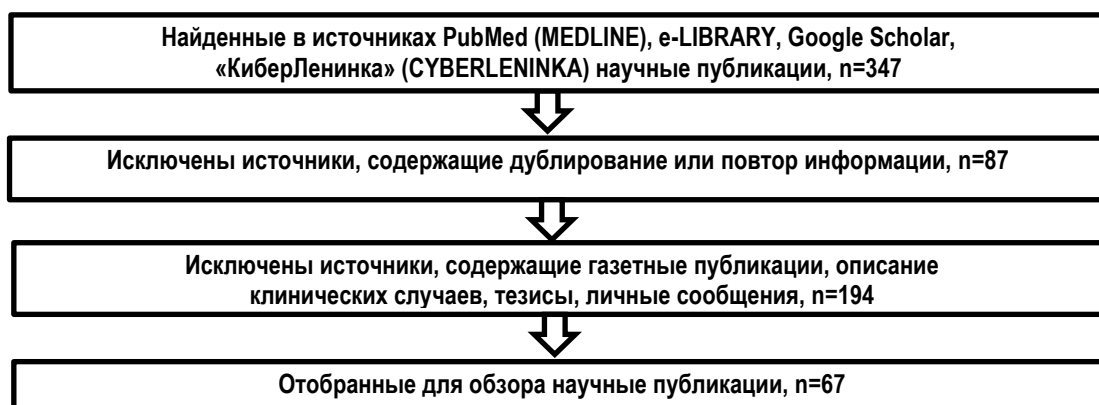


Схема 1. Алгоритм отбора источников для проведения обзора литературы.
(Diagram 1. Algorithm for searching scientific articles for conducting a literature review).

Результаты и их обсуждение

Эндоваскулярное лечение аневризмы брюшной аорты в историческом аспекте.

Принципиально новым подходом к оперативной коррекции аневризматических поражений аорты стало эндоваскулярное протезирование, впервые выполненное профессором *Николаем Леонидовичем Володосем* в 1985 году с использованием зигзагообразного нитинолового стента с дакроновым покрытием [63]. Данный способ не требовал выполнения широкой лапаротомии и пережатия брюшной аорты. В то же время *Juan Parodi u соавт.* работали над устройством, которое должно было стать прорывом в современной сосудистой хирургии. Множество публикаций подробно описывают вклад *Parodi u соавт.* в развитие эндоваскулярной хирургии брюшной аорты, который увенчался проведением в сентябре 1990 года «первой» операции по эндоваскулярному лечению аневризмы (ЭВПБА). Эти наработки привели в конечном итоге к значительным преобразованиям не только в хирургии аорты, но и сердечно-сосудистой хирургии в целом [23]. Многие авторы при этом осторожно указывали на то, что аргентинские ученые были не единственными в своих поисках.

Заслуживают внимания исследования *Харрисона Лазаруса*, который к середине 1980-х годов полностью разработал и спроектировал эндоваскулярный трансплантат для протезирования аневризм инфраренальной аорты и в 1986 году подал заявку на патент США, который был выдан в 1988 году [39]. Эта работа стала предтечей к разработке устройства

«Ancure» производства компании Guidant – первого коммерческого эндопротеза, впервые имплантированного в 1993 году.

В западной литературе имя Н.Л. Володося зачастую упоминают как хирурга, который разработал и сконструировал самодельное устройство и применил его для лечения пациента с посттравматической аневризмой дистального отдела нисходящего отдела грудной аорты. При этом отмечают, что это была однократная процедура, выполненная «во спасение пациента» с использованием устройства, наспех собранного из подручных материалов. По прошествии лет, работы многих видных советских ученых, в том числе и Н.Л. Володося, стали доступны широкому кругу ученых во всем мире, и благодаря такой огласке, его работы заняли достойное место на пьедестале разработок в эндоваскулярной хирургии, перевернувших представления о хирургии аорты. Истинная глубина его научных изысканий в этой области была продемонстрирована впервые на симпозиуме «Чаринг-Кросс» в апреле 2012 года, где он представил доклад научному сообществу «О истории эндоваскулярной хирургии аорты».

Таким образом, почти одновременно о выполнении идентичной малоинвазивной техники заявили *Володось Н.Л.* [5], *Lazarus H.* [39] и *Balko A.* [10]. В настоящее время способ ЭВПБА по поводу аневризм брюшной аорты (АБА) получил широкое распространение и совершенствуется с каждым годом [3]. Разработано несколько поколений устройств для эндоваскулярной реконструкции аневризм брюшной аорты [24].

В последние десятилетия эндоваскулярное протезирование аорты рассматривают в качестве метода выбора не только для плановых реконструкций, но и для различных экстренных ситуаций, например, при пенетрирующих атеросклеротических язвах аорты, интрамуральных гематомах, травматических трансекциях, расслоениях и разрывах. Статистика свидетельствует о более низкой периоперационной 30-дневной летальности от всех причин, а также о значительном снижении количества периоперационных осложнений при эндоваскулярном протезировании по сравнению с «открытой» классической хирургией [25]. Подход к хирургическому лечению аневризм аорты претерпел значительные изменения за последние годы. С начала 1950-х, когда был получен первый опыт хирургической коррекции аневризм, до 1990-х, единственным методом оставалась классическая хирургическая коррекция. Первый опыт эндоваскулярной имплантации стент-графтов, описанный в 1986 году открыл путь малоинвазивной хирургии аорты, который на сегодняшний день признан «методом первой линии» при планировании оперативных вмешательств пациентам. Первые результаты показали значительно более низкий уровень операционной летальности, который составил 1,2%. Таким образом, за последние 3 десятилетия ЭВПБА стало предпочтительным подходом в лечение АБА для большинства пациентов. В США около 80% всех АБА лечат с помощью ЭВПБА [54].

Однако, не смотря на столь обнадеживающие результаты ЭВПБА, окончательные выводы об эффективности методологии еще не сделаны, потому как идет постоянный поиск в создании новых конструкций эндопротезов, обладающих лучшей биомеханикой и системами доставки, продолжается работа над материалами протезов, биологической совместимостью ткани эндографта. Это влечет за собой постоянное совершенствование результатов в динамике.

Стол высокие темпы развития технологии, безусловно, продиктованы ее необычайной востребованностью, легкостью воспроизведения и лучшими результатами, в сравнении с классической «открытой» хирургией. Тем не менее, как показали последние исследования, с течением времени, прошедшего после имплантации стент-графта, кумулятивное накопление возможных отдаленных осложнений делает результаты сопоставимыми с классической хирургией. Это обуславливает необходимость дальнейших научных изысканий в вопросах изучения предикторов осложнений и их предупреждения [48].

Осложнения эндоваскулярного лечения аневризм инфраренального отдела аорты

Среди осложнений ЭВПБА наиболее часто встречаются эндоподтекания – сохранение кровотока внутри изолированного аневризматического мешка. Данное осложнение является наиболее частым и встречается почти у каждого четвертого больного после ЭВПБА [3, 8]. В настоящее время различают четыре типа эндоподтекания, показанных на рисунке 1.

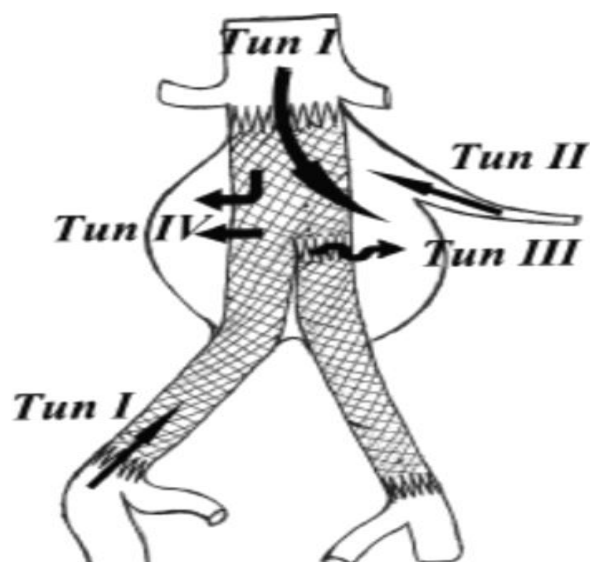


Рисунок 1. Типы эндоподтеканий (объяснения в тексте).
(Picture 1. Types of endoleaks (explained in text)).

Эндоподтекание I типа представляет собой сохранение кровотока внутрь аневризматического мешка через не герметичность соприкосновения проксимального конца стент-графта (тип I A) в области шейки аневризмы, дистальных концов стент-графта (тип I B) в области фиксации с подвздошными артериями и из предварительно окклюзированной подвздошной артерии (тип I C).

Эндоподтекание II типа представляет собой сохранение кровотока внутрь аневризматического мешка через функционирующие нижнюю брыжеечную артерию (НБА), поясничные и крестцовые артериальные ветви. Ретроградное подтекание из одной артерии принято считать простым эндоподтеканием II типа, из двух ветвей и более – сложным эндоподтеканием II типа.

Эндоподтекание III типа обусловлено дефектом места соединения модулей стент-графта (III A) или дефектом ткани протеза (III B).

Эндоподтекание IV типа связано с порозностью ткани эндопротеза и «пропотеванием» крови внутрь аневризматического мешка и обычно устраняется самостоятельно в течении 1 месяца [22, 61, 65].

Европейский регистр повторных интервенций показал, что повторные операции у пациентов, перенесших ЭВПБА в анамнезе составляют не менее 33% в течении 3 лет [64]. При этом чаще наблюдали прогрессирующие эндоподтекания, миграцию графта и/или тромботические окклюзии бранш стент-графтов. В 25% таких осложнений необходимо выполнение открытых реконструктивных вмешательств и в 75% – эндоваскулярных процедур [20].

Процент конверсии на открытую операцию при выполнении ЭВПБА вследствие технической неудачи с течением времени уменьшается, что можно связать как с накоплением опыта хирургов, так и с совершенствованием конструкции эндографтов и систем их позиционирования. Так, если при выполнении ЭВПБА до 2003 года частота конверсий отмечалась в 3,8%, то в последнем анализе данных Medicare из 45

000 вмешательств переход к открытой операции потребовался всего в 1,6% случаев [3, 29, 52].

Эндопротезирование является малоинвазивным вмешательством, что обуславливает уменьшение частоты развития системных осложнений. По литературным данным наиболее часто приводятся кардиальные, ишемические и почечные осложнения [3]. Кардиальные осложнения при ЭВПБА по Andersson et al. [9] развиваются в 3,3% против 7,8% в случаях открытых реконструкций, острые коронарные события – в 7,0% и 9,4% соответственно, по данным Medicare [60].

Ишемические повреждения толстого кишечника регистрируют в 1-3% случаев после ЭВПБА [13]. Ишемия кишечника при ЭВПБА носит чаще мультифокальный характер, что связано с эмболизацией фрагментами тромба или атероматозных масс в просвет верхней брыжеечной артерии (ВБА), нижней брыжеечной артерии (НБА) и внутренней подвздошной артерии (ВПА). Ишемия спинного мозга является более редким осложнением и встречается в 0,2%. Такое осложнение можно связать с нарушением кровообращения в бассейне поясничных и иликальных артериальных ветвей [15].

Критическое почечное повреждение при эндопротезировании наблюдали реже, чем в случаях открытых «классических» реконструкций: в 5,5% против 10,9%, необходимость в гемодиализе – в 0,4% против 0,5% [55]. Ишемическое повреждение почечной паренхимы может быть обусловлено как миграцией тромботических масс, так и перекрытием устья артерии модулем стент-графта.

Преимуществом ЭВПБА по сравнению с открытой операцией является также уменьшение времени оперативного вмешательства – 2,9 часов против 3,7 часов, кровопотери – 200 мл против 1000 мл, необходимости в гемотрансфузии – 0 доз крови против 1, длительности искусственной вентиляции легких – 3,6 часов против 5,0 часов, длительности пребывания в стационаре – 3 дня против 7 дней и в отделении интенсивной терапии – 1 день против 4 дней. К недостаткам ЭВПБА относятся длительное рентгеновское облучение больного – в среднем 23 минуты против 0 минут, введение контрастного препарата – в среднем 132,5 мл против 0 мл, а также пятикратное увеличение 30-дневной частоты реинтервенций по сравнению с классической реконструкцией: 9,8% в исследовании EVAR I и 18,0% в EVAR II [3, 31, 40].

Как показывает ретроспективный анализ результатов эндоваскулярных реконструкций, основной причиной повторных интервенций является эндоподтекание II типа. Такое положение вещей делает позднее развитие эндоподтеканий II типа одной из актуальных и обсуждаемых проблем для ЭВПБА. Сохранение кровотока в изолированный аневризматический мешок из НБА, поясничных, внутренних подвздошных или крестцовых артерий встречается до 30% случаев. В 50 % случаев эндоподтекания II типа закрываются самостоятельно в течении нескольких месяцев, в 10-15% случаев могут вызвать рост диаметра аневризматического мешка, а в

5-10% могут появляться с течением времени [43, 50, 61].

Например, при прогрессирующем сохранении ретроградного кровотока из НБА выполняют селективную катетеризацию ВБА и далее через маргинальную артерию или дугу Риолана достигают НБА [11, 12]. Также используют прямую пункцию аневризматического мешка через трансклюмбальный или трансабдоминальный доступы с последующей эмболизацией. Для эмболизации используют металлические спирали, тромбин, смесь спиралей и клея, а в последнее время специальное жидкое эмболизирующее вещество Onyx [3, 37-39].

Инфекция эндопротеза является довольно редким осложнением и встречается от 0,2 до 1,0% случаев. Неудача в распознавании и лечении данного осложнения может привести к развитию ангиогенного сепсиса. Причинами инфицирования могут быть нарушения правил асептики во время операции, вторичное инфицирование из другого источника, аорто-кишечная фистула [3, 14, 62].

Тромбоз бранш эндопротеза, согласно литературным данным, развивается до 5% случаев. Причинами осложнения могут быть прогрессирование атеросклероза, рост линейных размеров аневризматического мешка, ведущий к перегибу бранш, миграция эндопротеза и нарушение дистальных путей оттока. Лечение осложнения осуществляется путем реканализации с дополнительным стентированием или выполнением перекрестного бедренно-бедренного шунтирования [44, 51].

Системные осложнения в виде кардиальной ишемии, аритмий, инсульта, легочной недостаточности, острого почечного повреждения, ишемических осложнений при ЭВПБА наблюдаются значительно реже, чем при открытой операции, что объясняется минимальной инвазивностью данного вмешательства, отсутствием пережатия брюшной аорты, меньшей кровопотерей и временем операции [13, 15, 26, 30, 31, 55, 60]. Однако проведение мер предоперационной профилактики данных осложнений в виде предварительной коррекции значимых поражений коронарного русла и брахиоцефальных артерий, тщательной подготовки и предоперационной санации пациента абсолютно необходимо. В вопросах предоперационной подготовки лечение хронических заболеваний должно выполняться в том же объеме и последовательности, как и перед открытой операцией. Для профилактики развития осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы всем пациентам, перенесшим ЭВПБА, назначают антилипидемические препараты в комбинации с аспирином, при наличии показаний – ингибиторы АПФ или β-блокаторы [2].

Специфичные местные осложнения ЭВПБА в виде эндоподтеканий являются одной из основных причин, ухудшающих результаты лечения и главной причиной разрыва АБА в послеоперационном периоде [53].

Наиболее опасными в плане разрыва АБА после ЭВПБА являются эндоподтекания I и III типа и, поэтому, должны устраняться в любом случае. Наличие проксимального эндоподтекания I типа без миграции стент-графта может быть устранено баллонной

молдинг-дилатацией или дополнительной имплантацией баллонорасширяемого стента [2, 28]. В случае миграции стента, в зависимости от состояния пациента и наличия противопоказаний, выполняют открытую операцию, имплантацию проксимальной манжеты-удлинителя или фенестрированного стент-графта на уровень почечных артерий. При наличии вторичных дистальных эндоподтеканий I типа достаточно продлить банши протеза в общую подвздошную артерию (ОПА) или наружную подвздошную артерию (НПА), при этом важно сохранить кровоток хотя бы в одной ВПА для предупреждения ишемических осложнений. Наличие эндоподтекания III типа также требует выполнения либо имплантации дополнительного покрытого стента в область дефекта, либо выполнения открытой операции [2, 35].

Эндоподтекания II типа требуют постоянного динамического наблюдения. В случае увеличения аневризматического мешка на 1 см и более выполняют селективную артериальную катетеризацию и эмболизацию питающих артерий, прямую пункцию аневризматического мешка через транслюмбальный или трансабдоминальный доступы с последующей эмболизацией, в случае неудачи – переходят к открытой операции. Эндоподтекания IV типа проведения дополнительных интервенций не требуют [2, 3, 17, 34, 58].

В настоящее время разработан протокол наблюдения за пациентами после ЭВПБА [2], который заключается в следующем:

- всем больным после эндопротезирования АБА через 30 дней после вмешательства необходимо проведение мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) и рентгенографии брюшной полости в переднезадней и боковой проекциях (уровень доказательности А);

- при выявлении эндоподтеканий любого типа или плохой адаптации модулей стент-графта к стенке аорты обосновано выполнение МСКТ спустя 6 и 12 месяцев с рентгенографией органов брюшной полости, при выявлении осложнений – интервенция с целью коррекции (уровень доказательности В);

- при отсутствии эндоподтеканий и с хорошей адаптацией модулей стент-графта к стенке аорты можно пропустить КТ через 6 месяцев и выполнить ее через 12 месяцев с рентгенографией брюшной полости (уровень доказательности В);

- если через 12 месяцев не будет обнаружено эндоподтеканий и аневризматический мешок не будет увеличиваться или уменьшится, то рекомендуется ежегодное дуплексное сканирование с обзорной рентгенографией брюшной полости в переднезадней и боковой проекциях, что позволяет визуализировать миграцию, поломку и разъединение модулей стент-графта. В тех случаях, когда анатомия пациента не позволяет качественно визуализировать инфраренальную аорту при дуплексном сканировании, можно заменить его проведением нативной КТ (уровень доказательности В);

- любое увеличение размера АБА или появление нового эндоподтекания после того, как

предшествующее исследование показало полное выключение аневризмы, является показанием для проведения КТ, которое может быть дополнено обзорной рентгенографией брюшной полости (уровень доказательности В);

- наблюдение пациентов с почечной недостаточностью предпочтительнее проводить с использованием ультразвуковых методов, КТ без контрастирования, обзорной рентгенографии брюшной полости (уровень доказательности С).

Осложнения, связанные с артериальным доступом при ЭВПБА, инфекцию эндопротеза можно предупредить путем совершенствования оперативной техники, исключением повреждения крупных лимфатических протоков при выделении бедренных артерий, тщательным гемостазом, соблюдением правил асептики во время операции, антибиотикопрофилактикой и предварительной санацией хронических очагов инфекции [3, 14, 62].

Тромботическая окклюзия банш эндопротеза может происходить ввиду прогрессирования атеросклероза, роста линейных размеров аневризматического мешка, ведущего к перегибу банш, миграции эндопротеза и нарушения дистальных путей оттока. Лечение осложнения осуществляется путем реканализации с дополнительным стентированием или выполнением перекрестного бедренно-бедренного шунтирования [3, 21, 44].

Проведенные современные систематические обзоры результатов ЭВПБА, направленные на изучение предикторов осложнений, выживаемости пациентов после эндоваскулярного протезирования показывают, что основным осложнением, развивающимся не только во время оперативного вмешательства, но и в отсроченном периоде, является эндоподтекание II типа [67]. Как указывают многие авторы, при динамическом наблюдении ретроградный кровоток по приводящим артериальным ветвям, провоцирующий развитие эндоподтекания и персистенцию кровотока в мешке, в большинстве случаев детекции самостоятельно нивелируется за счет прогрессирующего тромбоза полости аневризматического мешка. Этот процесс в значительной степени зависит от диаметра приводящей артерии, например, ретроградный кровоток из нижней брыжеечной артерии, диаметром 2-3 мм с большей долей вероятности будет самостоятельно нивелирован на контрольном МСКТ, нежели ретроградная протечка из просвета, например, внутренней подвздошной артерии, которая имеет диаметр в нормальных условиях от 7 до 10 мм у устья. Особую актуальность изучению этого вопроса придает тот факт, что ретроградное эндоподтекание может проявить себя в отдаленном периоде, когда пациент находится вне поля медицинского наблюдения, исподволь спровоцировав таким образом рост и разрыв аневризматического мешка [4, 49].

Описанные в различных исследованиях основные факторы риска развития эндоподтеканий II типа после ЭВПБА [7, 19, 42] представляют собой достаточно управляемые предикторы. Так, основным источником эндоподтеканий в просвет аневризматического мешка являются патентная нижняя брыжеечная артерия,

крупные поясничные артерии, накрытая эндопротезом внутренняя подвздошная артерия [16, 39]. Предварительная эмболизация целевых артерий притока в большинстве случаев позволяет избежать развития осложнений.

В полном соответствии с вышеизложенным входят результаты мета-анализа, выполненного *Guo Q. и соавт.* Авторами был проведен поиск по ключевым словам: «эндоподтекание типа II» или «эндоподтекание типа 2», «эндоваскулярный» и «аневризма». Ссылки, приведенные в опубликованных оригинальных и обзорных статьях, были верифицированы для выявления дополнительных исследований. В результате сообщается о выявленных в общей сложности 9 654 эндоподтеканиях II типа у 36 588 пациентов, которые зарегистрированы в течение 12-79 месяцев наблюдения. Общая распространенность эндоподтеканий II типа после ЭВПБА составила 22% (95% ДИ, 19%–25%). Повторные интервенции с целью устранения эндоподтеканий II типа были зарегистрированы у 1 466 (19%) из 7 885 пациентов [32].

Таким образом, подводя итог, эндоподтекания II типа являются наиболее распространенным видом осложнений, встречающимися примерно у 20% пациентов после ЭВПБА [56], и представляют собой фактор риска роста и позднего разрыва аневризмы. Пациенты с выявленным эндоподтеканием нуждаются в постоянном динамическом наблюдении после ЭВПБА, что кроет в себе определенное ухудшение качества и жизни и экономические затраты. К факторам риска развития эндоподтекания II типа относят пожилой возраст, курение, патентную нижнюю брыжеечную артерию, наличие патентных поясничных артерий, покрытие стент-графтом внутренней подвздошной артерии с выводом бранш в просвет НПА, а также большой диаметр аневризматического мешка. Напротив, пол, наличие диабета, гипертонии, прием антикоагулянтов, гиперлипидемия, хроническая почечная недостаточность, ХОБЛ, использование эндотрансплантата на основе политетрафторэтилена – не оказывают влияния на развитие эндоподтеканий II типа. Различные методы контроля управляемых предикторов развития эндоподтеканий II типа, в том числе превентивная эмболизация приводящих артерий – потенциальных источников эндоподтекания, позволяют улучшить результаты ЭВПБА в отдаленном периоде [32].

Методы предупреждения эндоподтеканий II типа после эндоваскулярного протезирования аневризмы брюшной аорты на современном этапе

На сегодняшний день интервенционный радиолог имеет в своем арсенале несколько опций для выполнения предварительной окклюзии приводящих артерий с целью предупреждения развития ретроградного эндоподтекания II типа из просвета ВПА. Для этой цели, как правило, используют окклюзию ВПА с помощью металлических спиралей типа *Gianturco*, эндоваскулярные окклюдеры, либо применяют простое покрытие устья ВПА графтом [45]. Как упоминалось выше, чаще именно ВПА, накрытая графтом в процессе имплантации, представляет собой основной источник

развития длительно персистирующей ретроградной протечки, провоцирующей эндотензию и рост аневризматического мешка в отдаленном периоде наблюдений. Этот факт обусловлен прежде всего значительным уровнем коллатерализации в бассейне ВПА и ее крупным диаметром [37]. Далее остановимся подробнее на анализе эффективности применения каждого из методов эндоваскулярной окклюзии ВПА.

Исследования *Bosanquet D. и соавт.* [18] показывают, что треть пациентов, которым выполнена предварительная окклюзия ВПА, отмечают развитие высокой перемежающей хромоты, которая разрешается в течение 2 лет у половины из них. В тех случаях, когда окклюзия ВПА носила билатеральный характер, процесс восстановления занимал гораздо больше времени. При этом частота развития высокой перемежающей хромоты была значимо выше у тех пациентов, которым была выполнена эмболизация при помощи металлических спиралей, при одномоментной двусторонней окклюзии, в случаях дистального размещения материала для эмболизации в просвете ВПА.

Эректильная дисфункция развивается приблизительно у 10% пациентов и возникает значимо чаще в случаях применения металлических спиралей для эмболизации. Другие значительные ишемические осложнения (некроз ягодичных мышц, кишечника, спинальная ишемия) регистрировались значимо реже (<1%), при этом имеет место тенденция к сокращению количества подобных осложнений в более поздних публикациях. Эндоподтекания II типа наиболее часто развивались в тех случаях, когда ВПА накрывалась стент-графтом без предварительной окклюзии – до 5,5% случаев. Стремление эндоваскулярных хирургов выполнить имплантацию, не прибегая к предварительной окклюзии ВПА, продиктовано желанием сократить время процедуры, уменьшить лучевую нагрузку на пациента и персонал, снизить объем введенного контрастного вещества [66].

Описанные осложнения ишемического характера напрямую зависят от коллатерализации кровотока в бассейне ВПА, наличия прямых анастомозов с контрлатеральной ВПА, глубокой бедренной артерией, наружной подвздошной артерией, поясничными и брыжеечными артериями. Наличие таких артериальных анастомозов позволяет значительно снизить степень ишемии органов малого таза. Более высокая частота ишемических осложнений в случаях с использованием металлических спиралей связана с миграцией спиралей в дистальные ветви ВПА с последующим разобщением кровотока по передней и задней ветви ВПА [33, 66]. Использование эндоваскулярных окклюдеров в таких случаях позволяет разместить их максимально проксимально и сохранить кровоток в дистальном русле ВПА. Немаловажным также является вопрос о необходимости билатеральной окклюзии ВПА, оправдано ли одномоментное ее выполнение? Или существует необходимость в разнесении по времени этапов эмболизации? Анализ публикаций показывает более низкую частоту развития ишемических проявлений, степень выраженности перемежающей хромоты, частоту и длительность эректильной

дисфункции в тех случаях, когда эмболизация ВПА выполнялась в два этапа, с разнесением по времени не менее чем в 2 месяца. По-видимому, такая тактика позволяет сформировать достаточный коллатеральный кровоток в бассейне ВПА [46].

Проблема развития эндоподтеканий после предварительной эмболизации в значительной степени зависит от анатомии подвздошных артерий и степени их вовлечения в аневризматический процесс. Так, при аневризматически измененной ОПА на протяжении, вплоть до устья ВПА, риск развития ретроградного подтекания возрастает. В случае значительной атеросклеротической деформации приустьевых отделов ВПА и ее эмболизации при помощи эндоваскулярного окклюдера сохраняется риск развития «пристеночной» протечки [16, 27].

Ретроспективный анализ литературных данных демонстрирует значительное снижение количества ишемических событий в более поздних публикациях (с 3,6% в работах, опубликованных до 2007 г. против 0,9% в опубликованных после 2007 г., $p < 0,01$).

Причины этого, скорее всего, носят многофакторный характер: более широкое использование эндоваскулярных окклюдеров, а не спиралей для эмболизации, использование методики простого накрытия устья ВПА, более глубокое понимание рисков окклюзии ВПА в тех случаях, когда коллатерального кровоснабжения недостаточно, накопление опыта эндоваскулярными хирургами, использование технологий сохранения кровотока в ВПА, браншированных эндопротезов. Опыт использования эндоваскулярных устройств для сохранения кровотока в ВПА показал, что частота поздних окклюзий браншей ВПА и развитие высокой перемежающейся хромоты регистрируются с частотой до 4,1% в поздних периодах наблюдения, что сопоставимо с аналогичными показателями при использовании технологий эмболизации [36]. Кроме того, браншированные эндографты являются более дорогостоящими, чем эмболизация ВПА, требуют больше времени для имплантации, а также в литературе на сегодняшний день нет убедительных данных об отдаленных результатах их применения.

Критический анализ литературных данных говорит об отсутствии в современных публикациях информации о изучении качества жизни пациентов, перенесших эмболизацию ВПА, нет данных о связи морфологии аневризм с развитием тех или иных осложнений, отсутствуют сообщения о развитии сексуальной дисфункции у женщин, несмотря на то, что это осложнение одно из наиболее частых при выключении ВПА из кровотока [57].

Накопленный опыт показал, что рассмотренные в данном разделе методики эмболизации ВПА показывают значительную эффективность, но при этом зачастую влекут за собой ряд осложнений, значительно ухудшающих качество жизни пациентов и прогноз заболевания. Вопрос разработки альтернативных методов окклюзии ВПА с целью предупреждения поздних осложнений ЭВПБА, минимизации ишемических проявлений, развития ретроградных эндоподтеканий — продолжает оставаться актуальным.

Заключение

Совершенствование техники и медицинских изделий сделали эндоваскулярное протезирование аневризм аорты методом выбора при плановой реконструкции АБА. Немногие другие процедуры прошли такую тщательную клиническую и научную проверку за такой короткий период времени, как ЭВПБА. Поскольку на сегодняшний день при изучении отдаленных результатов ЭВПБА и открытых реконструктивных вмешательств разницы в выживаемости не обнаружено, всегда следует прибегать к индивидуальному подходу в выборе между открытым протезированием аорты и ЭВПБА для каждого пациента.

Таким образом, доказательств эффективности эндоваскулярного протезирования аневризм аорты становятся все больше, а непрерывные технологические разработки в этой области вместе с тщательным научным анализом результатов лечения призваны обеспечить дальнейшую оптимизацию результатов реконструктивной хирургии аневризм аорты для каждого пациента. Это, несомненно, позволит значительно улучшить долгосрочный прогноз этого грозного заболевания.

В связи с этим, одной из главных задач, которые стоят перед современным сосудистым и эндоваскулярным хирургом при оперативном лечении АБА — это разработка и применение мер по профилактике возможных осложнений, что, в конечном итоге, позволит улучшить результаты лечения данной категории больных.

Рассмотренный в данной статье вопрос предупреждения и борьбы с осложнениями ЭВПБА показал недостаточную разработанность темы в части улучшения результатов оперативных вмешательств.

Вклад авторов. Все авторы в равной мере принимали участие в написании данной статьи.

Конфликт интересов. Отсутствует

Финансирование. При проведении данной работы не было финансирования сторонними организациями и медицинскими представителями.

Сведения о публикации. Авторы подтверждают, что данная научная статья нигде ранее не была опубликована.

Литература:

1. Абугов С. А. и др. Клинические рекомендации по диагностике и лечению заболеваний аорты // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. 2018. Том 1, №11 С. 7–67. URL: <https://www.mediasphera.ru/issues/kardiologiya-i-serdechno-sosudistaya-kirurgiya/2018/1/1199663852018011007> (дата обращения: 10.12.2022).
2. Бокерия Л.А. и др. Национальные рекомендации по ведению пациентов с аневризмами брюшной аорты // Ангиология и сосудистая хирургия. 2013. С. 5–72. URL: https://www.mrckb.ru/files/recommendations_AAA.pdf (дата обращения: 10.12.2022).
3. Дюсупов А.А. Профилактика осложнений хирургического лечения инфраренальной аневризмы аорты: дис. доктора мед. наук: 14.01.26 - Новосибирск, 2017. URL: https://www.meshalkin.ru/uploads/disser_DusupovAA_full_t

ext_published_04_04_2017.pdf (дата обращения: 10.12.2022).

4. *Мозговой П.В. и др.* Результаты эндоваскулярного протезирования у пациентов с аневризмами инфраренальной аорты // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2020. Том 74, № 2. С. 135–138. URL: [https://doi.org/10.19163/1994-9480-2020-2\(74\)-135-138](https://doi.org/10.19163/1994-9480-2020-2(74)-135-138) (дата обращения: 10.12.2022).

5. *Хубулава Г.Г., Светликов А.В.* Николай Леонтьевич Володось. История неоспоримого мирового приоритета в изобретении сосудистого эндопротеза // Вестник хирургии имени И.И. Грекова. 2017. Том 176, №3. С. 95–98. URL: <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2017-176-3-95-98> (дата обращения: 09.12.2022).

6. *Abdulameer H. et al.* Epidemiology of fatal ruptured aortic aneurysms in the United States (1999–2016) // *Journal of Vascular Surgery*. 2019. Volume 69, № 2. P. 378–384. URL: <https://doi.org/10.1016/J.JVS.2018.03.435> (дата обращения: 09.12.2022).

7. *Abularrage C.J. et al.* Preoperative variables predict persistent type 2 endoleak after endovascular aneurysm repair // *Journal of vascular surgery*. 2010. Volume 52, №1. P.19–24. URL: <https://doi.org/10.1016/J.JVS.2010.02.023> (дата обращения: 09.12.2022).

8. *Alexander H.C. et al.* Reporting of Clinical Outcomes After Endovascular Aortic Aneurysm Repair: A Systematic Review // *Annals of Vascular Surgery*. 2021. Volume 77. P. 306–314. URL: <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2021.06.006> (дата обращения: 09.12.2022).

9. *Anderson P.L. et al.* A statewide experience with endovascular abdominal aortic aneurysm repair: Rapid diffusion with excellent early results // *Journal of Vascular Surgery*. 2004. Volume 39, № 1. P. 10–18. URL: <https://doi.org/10.1016/J.JVS.2003.07.020> (дата обращения: 09.12.2022).

10. *Balko A. et al.* Transfemoral placement of intraluminal polyurethane prosthesis for abdominal aortic aneurysm // *The Journal of surgical research*. 1986. Volume 40, № 4. P. 305–309. URL: [https://doi.org/10.1016/0022-4804\(86\)90191-5](https://doi.org/10.1016/0022-4804(86)90191-5) (дата обращения: 09.12.2022).

11. *Baum R.A. et al.* Translumbar embolization of type 2 endoleaks after endovascular repair of abdominal aortic aneurysms // *Journal of vascular and interventional radiology: JVIR*. 2001. Volume 12, № 1. P. 111–116. URL: [https://doi.org/10.1016/S1051-0443\(07\)61412-2](https://doi.org/10.1016/S1051-0443(07)61412-2) (дата обращения: 09.12.2022).

12. *Baum R.A. et al.* Treatment of type 2 endoleaks after endovascular repair of abdominal aortic aneurysms: comparison of transarterial and translumbar techniques // *Journal of vascular surgery*. 2002. Volume 35, № 1. P. 23–29. URL: <https://doi.org/10.1067/MVA.2002.121068> (дата обращения: 09.12.2022).

13. *Becquemin J.P. et al.* Colon ischemia following abdominal aortic aneurysm repair in the era of endovascular abdominal aortic repair // *Journal of Vascular Surgery*. 2008. Volume 47, № 2. P. 258–263. URL: <https://doi.org/10.1016/J.JVS.2007.10.001> (дата обращения: 09.12.2022).

14. *Berg H.R. Van Den, Leijdekkers V.J., Vahl A.* Aortic stent-graft infection following septic complications of

a kidney stone // *Cardiovascular and interventional radiology*. 2006. Volume 29, № 3. P. 443–445. URL: <https://doi.org/10.1007/S00270-005-0028-X> (дата обращения: 09.12.2022).

15. *Berg P. et al.* Spinal cord ischaemia after stent-graft treatment for infra-renal abdominal aortic aneurysms. Analysis of the Eurostar database // *European journal of vascular and endovascular surgery: the official journal of the European Society for Vascular Surgery*. 2001. Volume 22, № 4. P. 342–347. URL: <https://doi.org/10.1053/EJVS.2001.1470> (дата обращения: 09.12.2022).

16. *Bharwani N. et al.* Is internal iliac artery embolization essential prior to endovascular repair of aortoiliac aneurysms? // *Cardiovascular and interventional radiology*. 2008. Volume 31, № 3. P. 504–508. URL: <https://doi.org/10.1007/S00270-007-9260-X> (дата обращения: 09.12.2022).

17. *Boks S.S. et al.* Ultrasound-guided percutaneous transabdominal treatment of a type 2 endoleak // *Cardiovascular and interventional radiology*. 2005. Volume 28, № 4. P. 526–529. URL: <https://doi.org/10.1007/S00270-003-0151-5> (дата обращения: 09.12.2022).

18. *Bosanquet D.C. et al.* Systematic Review and Meta-analysis of the Effect of Internal Iliac Artery Exclusion for Patients Undergoing EVAR // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2017. Volume 53, № 4. P. 534–548. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2017.01.009> (дата обращения: 09.12.2022).

19. *Brountzos E. et al.* Risk factors for the development of persistent type II endoleaks after endovascular repair of infrarenal abdominal aortic aneurysms // *Diagnostic and interventional radiology (Ankara, Turkey)*. 2012. Volume 18, № 3. P. 307–313. URL: <https://doi.org/10.4261/1305-3825.DIR.4646-11.1> (дата обращения: 09.12.2022).

20. *Carpenter J.P. et al.* Durability of benefits of endovascular versus conventional abdominal aortic aneurysm repair // *Journal of Vascular Surgery*. 2002. Volume 35, № 2. P. 222–228. URL: <https://doi.org/10.1067/MVA.2002.120034> (дата обращения: 09.12.2022).

21. *Carroccio A. et al.* Predicting iliac limb occlusions after bifurcated aortic stent grafting: anatomic and device-related causes // *Journal of Vascular Surgery*. 2002. Volume 36, № 4. P. 679–684. URL: <https://doi.org/10.1067/mva.2002.128309> (дата обращения: 09.12.2022).

22. *Chaikof E.L. et al.* Reporting standards for endovascular aortic aneurysm repair // *Journal of vascular surgery*. 2002. Volume 35, № 5. P. 1048–1060. URL: <https://doi.org/10.1067/MVA.2002.123763> (дата обращения: 09.12.2022).

23. *Criado F.J.* EVAR at 20: the unfolding of a revolutionary new technique that changed everything // *Journal of endovascular therapy: an official journal of the International Society of Endovascular Specialists*. 2010. Volume 17, № 6. P. 789–796. URL: <https://doi.org/10.1583/10-3291.1> (дата обращения: 09.12.2022).

24. *Criado F.J.* Nicholay Volodos and the origins of endovascular grafts // *Journal of endovascular therapy: an*

- official journal of the International Society of Endovascular Specialists. 2012. Volume 19, № 4. P. 568–569. URL: <https://doi.org/10.1583/12-3972L.1> (дата обращения: 09.12.2022).
25. *Daye D., Walker T.G.* Complications of endovascular aneurysm repair of the thoracic and abdominal aorta: evaluation and management // *Cardiovascular Diagnosis and Therapy*. 2018. Volume 8, № Suppl 1. P. S138. URL: <https://doi.org/10.21037/CDT.2017.09.17> (дата обращения: 09.12.2022).
26. *Dijk L. C. V. et al.* Partial blockage of the renal artery ostium after stent-graft placement: detection and treatment // *Cardiovascular Diagnosis and Therapy*. 2003. Volume 10, № 3. P. 684. URL: <https://doi.org/10.1177/152660280301000343> (дата обращения: 09.12.2022).
27. *Farahmand P. et al.* Is hypogastric artery embolization during endovascular aortoiliac aneurysm repair (EVAR) innocuous and useful? // *European journal of vascular and endovascular surgery: the official journal of the European Society for Vascular Surgery*. 2008. Volume 35, № 4. P. 429–435. URL: <https://doi.org/10.1016/J.EJVS.2007.12.001> (дата обращения: 09.12.2022).
28. *Faries P.L. et al.* Management of endoleak after endovascular aneurysm repair: Cuffs, coils, and conversion // *Journal of Vascular Surgery*. 2003. Volume 37, № 6. P. 1155–1161. URL: [https://doi.org/10.1016/S0741-5214\(03\)00084-3](https://doi.org/10.1016/S0741-5214(03)00084-3) (дата обращения: 09.12.2022).
29. *Franks S.C. et al.* Systematic Review and Meta-analysis of 12 Years of Endovascular Abdominal Aortic Aneurysm Repair // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2007. Volume 33, № 2. P. 154–171. URL: <https://doi.org/10.1016/J.EJVS.2006.10.017> (дата обращения: 09.12.2022).
30. *Gorich J. et al.* Malpositioned or dislocated aortic endoprostheses: repositioning using percutaneous pull-down maneuvers // *Journal of endovascular therapy: an official journal of the International Society of Endovascular Specialists*. 2000. Volume 7, № 2. P. 123–131. URL: <https://doi.org/10.1177/152660280000700206> (дата обращения: 09.12.2022).
31. *Greenhalgh R.M.* Endovascular aneurysm repair and outcome in patients unfit for open repair of abdominal aortic aneurysm (EVAR trial 2): randomised controlled trial // *Lancet (London, England)*. 2005. Volume 365, № 9478. P. 2187–2192. URL: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)66628-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)66628-7) (дата обращения: 09.12.2022).
32. *Guo Q. et al.* Prevalence and risk factors of type II endoleaks after endovascular aneurysm repair: A meta-analysis // *PLOS ONE*. 2017. Volume 12, № 2. P. e0170600. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170600> (дата обращения: 09.12.2022).
33. *Henretta J.P. et al.* Special iliac artery considerations during aneurysm endografting // *American journal of surgery*. 1999. Volume 178, № 3. P. 212–218. URL: [https://doi.org/10.1016/S0002-9610\(99\)00156-7](https://doi.org/10.1016/S0002-9610(99)00156-7) (дата обращения: 09.12.2022).
34. *Kasthuri R.S., Stivaros S.M., Gavan D.* Percutaneous ultrasound-guided thrombin injection for endoleaks: An alternative // *CardioVascular and Interventional Radiology*. 2005. Volume 28, № 1. P. 110–112. URL: <https://doi.org/10.1007/S00270-004-0149-7> (дата обращения: 09.12.2022).
35. *Kelso R.L. et al.* Late conversion of aortic stent grafts // *Journal of Vascular Surgery*. 2009. Volume 49, № 3. P. 589–595. URL: <https://doi.org/10.1016/J.JVS.2008.10.020> (дата обращения: 09.12.2022).
36. *Kouvelos G.N. et al.* Outcome after Interruption or Preservation of Internal Iliac Artery Flow During Endovascular Repair of Abdominal Aorto-iliac Aneurysms // *European journal of vascular and endovascular surgery: the official journal of the European Society for Vascular Surgery*. 2016. Volume 52, № 5. P. 621–634. URL: <https://doi.org/10.1016/J.EJVS.2016.07.081> (дата обращения: 09.12.2022).
37. *Kouvelos G.N. et al.* Toward an EVAR Prevention Strategy for Type II Endoleak // *Journal of endovascular therapy: an official journal of the International Society of Endovascular Specialists*. 2017. Volume 24, № 4. P. 573–574. URL: <https://doi.org/10.1177/1526602817712593> (дата обращения: 09.12.2022).
38. *Lancaster E.M. et al.* The natural history of large abdominal aortic aneurysms in patients without timely repair // *Journal of Vascular Surgery*. 2022. Volume 75, № 1. P. 109–117. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2021.07.125> (дата обращения: 09.12.2022).
39. *Lazarus H.* Intraluminal graft device, system and method. US patent 4 787 899 // 1988.
40. *Lederle F.A. et al.* Outcomes following endovascular vs open repair of abdominal aortic aneurysm: a randomized trial // *JAMA*. 2009. Volume 302, № 14. P. 1535–1542. URL: <https://doi.org/10.1001/JAMA.2009.1426> (дата обращения: 09.12.2022).
41. *Lilja F., Wanhainen A., Mani K.* Changes in abdominal aortic aneurysm epidemiology // *The Journal of Cardiovascular Surgery*. 2017. Volume 58, № 6. P. 848–853. URL: <https://doi.org/10.23736/S0021-9509.17.10064-9> (дата обращения: 09.12.2022).
42. *Maeda T. et al.* Risk factors for a persistent type 2 endoleak after endovascular aneurysm repair // *Surgery today*. 2015. Volume 45, № 11. P. 1373–1377. URL: <https://doi.org/10.1007/S00595-014-1070-6> (дата обращения: 09.12.2022).
43. *Makaroun M. et al.* Fate of endoleaks after endoluminal repair of abdominal aortic aneurysms with the EVT device // *European journal of vascular and endovascular surgery: the official journal of the European Society for Vascular Surgery*. 1999. Volume 18, № 3. P. 185–190. URL: <https://doi.org/10.1053/EJVS.1998.0807> (дата обращения: 09.12.2022).
44. *Maleux G. et al.* Limb occlusion after endovascular repair of abdominal aortic aneurysms with supported endografts // *Journal of vascular and interventional radiology: JVIR*. 2008. Volume 19, № 10. P. 1409–1412. URL: <https://doi.org/10.1016/J.JVIR.2008.07.005> (дата обращения: 09.12.2022).
45. *McGarry J.G. et al.* How safe is internal iliac artery embolisation prior to EVAR? A 10-year retrospective review // *Irish Journal of Medical Science*. 2016. Volume 185, № 4. P. 865–869. URL: <https://doi.org/10.1007/S11845-015-1384-4> (дата обращения: 09.12.2022).

46. Mehta M. Hypogastric Interruption during Endovascular Aneurysm Repair Is Relatively Safe with Iliac Aneurysms: When Is It Not and When Should Revascularization Be Attempted? // *Vascular*. 2005. Volume 13, № SUPPL. 1. P. S117-S118. URL: <https://www.aimsymposium.org/veithpdf2005/211.pdf> (дата обращения: 09.12.2022).
47. Meuli L. et al. Prognostic model for survival of patients with abdominal aortic aneurysms treated with endovascular aneurysm repair // *Scientific Reports*. 2022. Volume 12, № 1. P. 19540. URL: <https://doi.org/10.1038/S41598-022-24060-5> (дата обращения: 09.12.2022).
48. Patel S.R. et al. A Systematic Review of Predictors of Reintervention After EVAR: Guidance for Risk-Stratified Surveillance // *Vascular and endovascular surgery*. 2017. Volume 51, № 6. P. 417–428. URL: <https://doi.org/10.1177/1538574417712648> (дата обращения: 09.12.2022).
49. Raju S. et al. Endovascular repair of abdominal aortic aneurysm in octogenarians: clinical outcomes and complications // *Canadian Journal of Surgery*. 2020. Volume 63, № 4. P. E329. URL: <https://doi.org/10.1503/CJS.009019> (дата обращения: 09.12.2022).
50. Resch T. et al. Persistent collateral perfusion of abdominal aortic aneurysm after endovascular repair does not lead to progressive change in aneurysm diameter // *Journal of vascular surgery*. 1998. Volume 28, № 2. P. 242–249. URL: [https://doi.org/10.1016/S0741-5214\(98\)70160-0](https://doi.org/10.1016/S0741-5214(98)70160-0) (дата обращения: 09.12.2022).
51. Samy A.K., Murray G., MacBain G. Prospective evaluation of the Glasgow Aneurysm Score // *Journal of the Royal College of Surgeons of Edinburgh*. 1996. Volume 41, № 2. P. 105–107. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8632380/> (дата обращения: 09.12.2022).
52. Schermerhorn M.L. et al. Endovascular vs. open repair of abdominal aortic aneurysms in the Medicare population // *The New England journal of medicine*. 2008. Volume 358, № 5. P. 464–474. URL: <https://doi.org/10.1056/NEJM0A0707348> (дата обращения: 09.12.2022).
53. Schlösser F.J.V. et al. Aneurysm Rupture after EVAR: Can the Ultimate Failure be Predicted? // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2009. Volume 37, № 1. P. 15–22. URL: <https://doi.org/10.1016/J.EJVS.2008.10.011> (дата обращения: 09.12.2022).
54. Sharma A., Sethi P., Gupta K. Endovascular Abdominal Aortic Aneurysm Repair // *Interventional cardiology clinics*. 2020. Volume 9, № 2. P. 153–168. URL: <https://doi.org/10.1016/J.ICCL.2019.12.005> (дата обращения: 09.12.2022).
55. Sheehan M.K. et al. Effectiveness of coiling in the treatment of endoleaks after endovascular repair // *Journal of vascular surgery*. 2004. Volume 40, № 3. P. 430–434. URL: <https://doi.org/10.1016/J.JVS.2004.06.034> (дата обращения: 09.12.2022).
56. Sidloff D.A. et al. Type II endoleak after endovascular aneurysm repair // *The British journal of surgery*. 2013. Volume 100, № 10. P. 1262–1270. URL: <https://doi.org/10.1002/BJS.9181> (дата обращения: 09.12.2022).
57. Sjögren B. et al. Sexual function in women suffering from aortoiliac occlusive disease // *European journal of vascular and endovascular surgery: the official journal of the European Society for Vascular Surgery*. 1999. Volume 17, № 4. P. 306–312. URL: <https://doi.org/10.1053/EJVS.1998.0770> (дата обращения: 09.12.2022).
58. Stavropoulos S.W. et al. Inferior vena cava traversal for translumbar endoleak embolization after endovascular abdominal aortic aneurysm repair // *Journal of vascular and interventional radiology: JVIR*. 2003. Volume 14, № 9 Pt 1. P. 1191–1194. URL: <https://doi.org/10.1097/01.RVI.0000085771.71254.14> (дата обращения: 09.12.2022).
59. Summers K.L. et al. Evaluating the prevalence of abdominal aortic aneurysms in the United States through a national screening database // *Journal of vascular surgery*. 2021. Volume 73, № 1. P. 61–68. URL: <https://doi.org/10.1016/J.JVS.2020.03.046> (дата обращения: 09.12.2022).
60. Unno N. et al. Preservation of pelvic circulation with hypogastric artery bypass in endovascular repair of abdominal aortic aneurysm with bilateral iliac artery aneurysms // *Journal of vascular surgery*. 2006. Volume 44, № 6. P. 1170–1175. URL: <https://doi.org/10.1016/J.JVS.2006.08.011> (дата обращения: 09.12.2022).
61. Veith F.J. et al. Nature and significance of endoleaks and endotension: summary of opinions expressed at an international conference // *Journal of vascular surgery*. 2002. Volume 35, № 5. P. 1029–1035. URL: <https://doi.org/10.1067/MVA.2002.123095> (дата обращения: 09.12.2022).
62. Vogel T.R., Symons R., Flum D.R. The incidence and factors associated with graft infection after aortic aneurysm repair // *Journal of vascular surgery*. 2008. Volume 47, № 2. P. 264–269. URL: <https://doi.org/10.1016/J.JVS.2007.10.030> (дата обращения: 09.12.2022).
63. Volodos N.L. The 30th anniversary of the first clinical application of endovascular stentgrafting // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2015. Volume 49, № 5. P. 495–497. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2015.02.012> (дата обращения: 10.12.2022).
64. White G.H. et al. Type I and Type II endoleaks: a more useful classification for reporting results of endoluminal AAA repair // *Journal of Endovascular Surgery: The Official Journal of the International Society for Endovascular Surgery*. 1998. Volume 5, № 2. P. 189–191. URL: <https://doi.org/10.1177/152660289800500212> (дата обращения: 10.12.2022).
65. White G.H. et al. Type III and type IV endoleak: toward a complete definition of blood flow in the sac after endoluminal AAA repair // *Journal of Endovascular Surgery: The Official Journal of the International Society for Endovascular Surgery*. 1998. Volume 5, № 4. P. 305–309. URL: <https://doi.org/10.1177/152660289800500403> (дата обращения: 10.12.2022).
66. Wu Z. et al. Preliminary embolization of the hypogastric artery to expand the applicability of

endovascular aneurysm repair // Journal of endovascular therapy: an official journal of the International Society of Endovascular Specialists. 2011. Volume 18, № 1. P. 114–120. URL: <https://doi.org/10.1583/10-3223.1> (дата обращения: 09.12.2022).

67. Yu H.Y. et al. Systematic review and meta-analysis of prophylactic aortic side branch embolization to prevent type II endoleaks // Journal of Vascular Surgery. 2020. Volume 72, № 5. P. 1783–1792. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2020.05.020> (дата обращения: 09.12.2022).

Reference: [1-5]

1. Abugov S.A. et al. Klinicheskie rekomendatsii po diagnostike i lecheniju zabolovaniy aorty [Clinical guidelines for the diagnosis and treatment of aortic diseases]. *Kardiologiya i serdechno-sosudistaya khirurgiya* [Cardiology and Cardiovascular Surgery] 2018. Volume 1, № 11. P. 7–67. URL: <https://www.mediasphera.ru/issues/kardiologiya-i-serdechno-sosudistaya-khirurgiya/2018/1/1199663852018011007> (accessed: 10.12.2022) [in Russian]

2. Bokeria L. A. et al. Natsional'nye rekomendatsii po vedeniyu patsientov s anevrizmami bryushnoi aorty [National guidelines for the management of patients with abdominal aortic aneurysms] *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya* [Angiology and Vascular Surgery] 2013. P. 5–72.

URL: https://www.mrckb.ru/files/recommendations_AAA.pdf (accessed: 10.12.2022) [in Russian]

3. Dyussupov A.A. Profilaktika oslozhneniy khirurgicheskogo lecheniya infrarenal'noi anevrizmy aorty: dis. doktora med. nauk: 14.01.26 [Prevention of complications of surgical treatment of infrarenal aortic aneurysm: dis. Dr. med. Sciences: 14.01.26] – Novosibirsk, 2017. URL: https://www.meshalkin.ru/uploads/disser_DusupovAA_full_text_published_04_04_2017.pdf (accessed: 10.12.2022) [in Russian]

4. Mozgovoy P. V. et al. Rezul'taty endovaskulyarnogo protezirovaniya u patsientov s anevrizmami infrarenal'noi aorty [Results of endovascular prosthesis in patients with aneurysms of the infrarenal aorta] *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta* [Bulletin of the Volgograd State Medical University] 2020. Volume 74, № 2. P. 135–138. URL: [https://doi.org/10.19163/1994-9480-2020-2\(74\)-135-138](https://doi.org/10.19163/1994-9480-2020-2(74)-135-138) (accessed: 10.12.2022) [in Russian]

5. Khubulava G.G., Svetlikov A.V. Nikolai Leont'evich Volodos'. Istoriya neosporimogo mirovogo prioriteta v izobrenii sosudistogo endoproteza [Nikolai Leontyevich Volodos. History of unquestioned world priority in invention of vascular endoprosthesis]. *Vestnik khirurgii imeni I.I. Grekova* [Bulletin of Surgery] 2017. 176(3):95-98. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2017-176-3-95-98> (accessed: 09.12.2022) [in Russian]

Контактная информация:

Землянский Виктор Викторович – врач интервенционный радиолог, Кафедра хирургических болезней с курсами кардиоторакальной хирургии и челюстно-лицевой хирургии им. профессора Цоя Г.В., НАО «Медицинский университет Астана», Корпоративный фонд «University Medical Center», Департамент радиологии и ядерной медицины, г. Астана, Республика Казахстан;

Почтовый адрес: Республика Казахстан, 010000, г. Астана, ул. Туран 32, блок 1D.

e-mail: victor_zem@mail.ru

Телефон: ++7 (705) 500-02-66