

ГИБРИДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОКСИМАЛЬНОГО РАССЛОЕНИЯ АОРТЫ

DOI: 10.17691/stm2023.15.3.05

УДК 616.132-005.6-089.843

Поступила 2.02.2023 г.



Д.А. Сирота, к.м.н., зав. научно-исследовательским отделом хирургии аорты, коронарных и периферических артерий Института патологии кровообращения¹; сердечно-сосудистый хирург отделения хирургии аорты и коронарных артерий¹;

М.О. Жульков, к.м.н., научный сотрудник научно-исследовательского отдела хирургии аорты, коронарных и периферических артерий Института патологии кровообращения¹; сердечно-сосудистый хирург отделения хирургии аорты и коронарных артерий¹;

Д.С. Хван, к.м.н., старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела хирургии аорты, коронарных и периферических артерий института патологии кровообращения¹; сердечно-сосудистый хирург отделения хирургии аорты и коронарных артерий¹;

T. Caus, д.м.н., сердечно-сосудистый-хирург²;

Б.Н. Козлов, д.м.н., зав. отделением сердечно-сосудистой хирургии³;

А.В. Протопопов, ординатор, сердечно-сосудистый хирург¹;

А.Г. Макаев, ординатор, сердечно-сосудистый хирург¹;

А.В. Фомичев, к.м.н., старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела хирургии аорты, коронарных и периферических артерий Института патологии кровообращения¹; сердечно-сосудистый хирург отделения хирургии аорты, коронарных и периферических артерий¹;

Х.А. Агаева, сердечно-сосудистый хирург отделения хирургии аорты, коронарных и периферических артерий¹;

А.К. Сабетов, сердечно-сосудистый хирург отделения хирургии аорты и коронарных артерий¹;

В.Л. Лукинов, к.ф.-м.н., старший научный сотрудник⁴; зав. лабораторией численного анализа стохастических дифференциальных уравнений⁴;

А.Г. Едемский, научный сотрудник научно-исследовательского отдела хирургии аорты, коронарных и периферических артерий Института патологии кровообращения¹; сердечно-сосудистый хирург отделения хирургии аорты и коронарных артерий¹;

А.М. Чернявский, д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, генеральный директор¹

¹Национальный медицинский исследовательский центр им. академика Е.Н. Мешалкина Минздрава России, ул. Речуновская, 15, Новосибирск, 630055;

²University Hospital Amiens, Avenue René Laënnec, Salouël, Amiens, 80054, France;

³Научно-исследовательский институт кардиологии Томского национального исследовательского медицинского центра РАН, ул. Киевская, 111а, Томск, 634012;

⁴Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения РАН, пр. Академика Лаврентьева, 6, Новосибирск, 630090

Цель исследования — оценить эффективность применения различных видов гибридной технологии по сравнению с классическим протезированием дуги аорты при лечении расслоения аорты I типа в госпитальном периоде.

Материалы и методы. Проведено ретроспективное наблюдательное исследование, в котором сравнивали результаты хирургического лечения 213 пациентов с диагнозом «расслоение аорты I типа по ДеБейки», оперированных в период с 2001 по 2017 г. Пациенты были разделены на три группы лечения: в 1-й группе выполняли реконструкцию дуги аорты по типу hemiarch или полное протезирование дуги аорты многобраншевым протезом (n=121); во 2-й — реконструкцию дуги аорты по типу hemiarch и имплантацию непокрытого металлического стента (n=55); в 3-й группе — вмешательство по типу «замороженный хобот слона» (n=37).

Для контактов: Протопопов Андрей Владимирович, e-mail: andrew-uss@yandex.ru

С учетом ретроспективного характера исследования и неравнозначности групп по отдельным характеристикам их выровняли с целью повышения достоверности результатов по методике псевдорандомизации (от англ. *propensity score matching* (PSM)). Таким образом было сформировано три группы сравнения, уравновешенных методом PSM, которые получили название PSM 1, 2 и 3. Проведен анализ летальности и частоты возникновения осложнений в госпитальном периоде, а также частоты развития тромбоза ложного канала в зависимости от применяемого метода лечения.

Результаты. Летальность в исследуемой группе PSM 1 составила 15 пациентов: группа 1 (стандартная методика) — 10 пациентов (9%), группа 2 (непокрытые стенты) — 5 пациентов (11%). Получено значимое различие по количеству больших кровотечений (группа 1 — 8%, группа 2 — 21%, $p=0,031$) и по количеству случаев ишемии кишечника (группа 1 — 1%, группа 2 — 9%, $p=0,028$). Полный тромбоз ложного канала грудного отдела аорты в группе 1 наблюдался значительно чаще, чем в группе 2 (22% против 5%, $p=0,015$).

В исследуемой группе PSM 2 госпитальная летальность составила 4 пациента: группа 1 — 3 пациента (12%), группа 3 — 1 пациент (3%). По количеству осложнений различий между группами не обнаружено. В группе 3 полный тромбоз ложного канала грудного отдела аорты наблюдался в 59% случаев, тогда как в группе 1 — лишь у 4% пациентов ($p<0,001$).

В группе сравнения PSM 3 летальность составила 8 пациентов: группа 2 — 5 пациентов (11%), группа 3 — 3 пациента (9%). Получено значительное различие по количеству неврологических осложнений: в группе 2 — 27%, в группе 3 — 6% ($p=0,019$). При этом в группе 2 было 3% случаев полного тромбоза ложного канала, в группе 3 таких пациентов оказалось 55% ($p<0,001$).

Заключение. Проведенный сравнительный анализ показал, что при использовании баллонорасширяемого непокрытого стента и гибридного протеза наблюдается сопоставимо низкий уровень госпитальной летальности по сравнению со стандартной хирургической технологией реконструкции дуги аорты. При этом применение баллонорасширяемого непокрытого стента сопровождается большей частотой развития периоперационных осложнений (кровотечения, послеоперационная ишемия кишечника, неврологические осложнения) в отличие от стандартного лечения и коррекции расслоения аорты с помощью гибридного протеза. Полный тромбоз ложного канала при использовании непокрытого стента возникал статистически значимо реже, чем при стандартном лечении и применении гибридного протеза.

Ключевые слова: «замороженный хобот слона»; расслоение аорты; дуга аорты; грудной отдел аорты; тромбоз; большое кровотечение; стенты.

Как цитировать: Sirota D.A., Zhulkov M.O., Khvan D.S., Caus T., Kozlov B.N., Protopopov A.V., Makayev A.G., Fomichev A.V., Agayeva Kh.A., Sabetov A.K., Lukinov V.L., Edemsky A.G., Chernyavsky A.M. Hybrid technologies for reconstruction of proximal aortic dissection. *Sovremennyye tehnologii v medicine* 2023; 15(3): 42, <https://doi.org/10.17691/stm2023.15.3.05>

English

Hybrid Technologies for Reconstruction of Proximal Aortic Dissection

D.A. Sirota, MD, PhD, Head of the Research Department of Surgery on Aorta, Coronary and Peripheral Arteries, Institute of Blood Circulation Pathology¹; Cardiovascular Surgeon, Department of Aorta and Coronary Artery Surgery¹;

M.O. Zhulkov, MD, PhD, Researcher, Research Department of Surgery on Aorta, Coronary and Peripheral Arteries, Institute of Blood Circulation Pathology¹; Cardiovascular Surgeon, Department of Aorta and Coronary Artery Surgery¹;

D.S. Khvan, MD, PhD, Senior Researcher, Research Department of Surgery on Aorta, Coronary and Peripheral Arteries, Institute of Blood Circulation Pathology¹; Cardiovascular Surgeon, Department of Aorta and Coronary Artery Surgery¹;

T. Caus, MD, DSc, Cardiovascular Surgeon²;

B.N. Kozlov, MD, DSc, Head of the Department of Cardiovascular Surgery³;

A.V. Protopopov, Resident, Cardiovascular Surgeon¹;

A.G. Makayev, Resident, Cardiovascular Surgeon¹;

A.V. Fomichev, MD, PhD, Research Department of Surgery on Aorta, Coronary and Peripheral Arteries, Institute of Blood Circulation Pathology¹; Cardiovascular Surgeon, Department of Aorta and Coronary Artery Surgery¹;

Kh.A. Agayeva, Research Department of Surgery on Aorta, Coronary and Peripheral Arteries, Institute of Blood Circulation Pathology¹;

A.K. Sabetov, Cardiovascular Surgeon, Department of Aorta and Coronary Artery Surgery¹;

V.L. Lukinov, PhD, Senior Researcher⁴; Head of the Laboratory of Numerical Analysis of Stochastic Differential Equations⁴;

A.G. Edemsky, Researcher, Research Department of Surgery on Aorta, Coronary and Peripheral Arteries, Institute of Blood Circulation Pathology¹; Cardiovascular Surgeon, Department of Aorta and Coronary Artery Surgery¹;

A.M. Chernyavsky, MD, DSc, Professor, Correspondent Member of the Russian Academy of Sciences, General Director¹

¹Meshalkin National Medical Research Center of the Ministry of Health of the Russian Federation, 15 Rechkunovskaya St., Novosibirsk, 630055, Russia;

²University Hospital Amiens, Avenue René Laënnec, Salouël, Amiens, 80054, France;

³Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences, 111a Kievskaya St., Tomsk, 634012, Russia;

⁴Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 6 Academician Lavrentyev Avenue, Novosibirsk, 630090, Russia

The aim of the study is to evaluate the efficacy of various types of hybrid technology in compare to the classical repair of the aortic arch of type I aortic dissection treatment in the in-hospital period.

Materials and Methods. A retrospective observational study has been conducted, the results of surgical treatment of 213 patients with DeBakey type I aortic dissection operated on within the period from 2001 to 2017 were compared. Patients were divided into three groups: in group 1, patients undergone a hemiarch type of aortic repair or the total arch replacement (n=121); in group 2, a hemiarch aortic reconstruction and implantation of bare metal stent was performed (n=55); in group 3, a frozen elephant trunk technique was used (n=37). Taking into consideration the retrospective character of the investigation and nonequivalence of the groups by separate characteristics, they were equalized to improve the reliability of the results using the PSM (propensity score matching) pseudorandomization method. As a result, three groups of comparison were formed which were equalized by the PSM method and called PSM 1, 2, and 3. The mortality and complication rate in the in-hospital period, as well as the frequency of false lumen thrombosis development depending on the treatment method, have been analyzed.

Results. The mortality rate in the PSM 1 group was 15 patients: group 1 (standard technique) — 10 patients (9%), group 2 (uncoated stents) — 5 patients (11%). A significant difference was found in the number of major bleedings (group 1 — 8%, group 2 — 21%, p=0.031) and cases of bowel ischemia (group 1 — 1%, group 2 — 9%, p=0.028). Complete false lumen thrombosis of the thoracic aorta was observed significantly more often in group 1 than in group 2 (22% vs 5%, p=0.015).

In the examined group PSM 2, hospital mortality rate was 4 patients: group 1 — 3 patients (12%), group 3 — 1 patient (3%). No differences between the groups were found in the number of complications. In group 3, complete false lumen thrombosis of the thoracic aorta was observed in 59% of cases, whereas in group 1 it was found only in 4% of patients (p<0.001).

In comparison group PSM 3, the mortality was 8 patients: group 2 — 5 patients (11%), group 3 — 3 patients (9%). The number of neurological complications differed significantly: in group 2 — 27%, in group 3 — 6% (p=0.019). Besides, 3% of cases of complete false lumen thrombosis were found in group 2, while there appeared 55% (p<0.001) of such patients in group 3.

Conclusion. The comparative analysis showed that the use of bare metal stents and hybrid prostheses demonstrated a comparable low level of in-hospital mortality compared to the standard surgical technique of aortic arch reconstruction. At the same time, the use of the bare metal stents is associated with a higher rate of perioperative complications (bleeding, postoperative bowel ischemia, neurological complications) compared to the standard treatment and repair of the aortic dissection using hybrid prostheses. Complete thrombosis of the false lumen occurred significantly less commonly in case of using bare metal stents than with standard treatment and hybrid prostheses.

Key words: frozen elephant trunk; aortic dissection; aortic arch; thoracic aorta; thrombosis; major bleeding; stents.

Введение

Расслоение аорты продолжает оставаться наиболее серьезной проблемой современной кардиохирургии и сопровождается высокой летальностью как в раннем, так и в отдаленном послеоперационном периоде. По данным нескольких популяционных исследований, заболеваемость варьирует от 2,9 до 6,0 случаев на 100 тыс. населения в год [1–3]. При этом пик возраста при расслоении типа А по Стэнфордской классификации составляет 50–60 лет, а при типе В — 60–70 лет [4, 5]. Показания к хирургическому лечению у пациентов с этими заболеваниями абсолютны [6, 7]. Летальность при естественном течении острого расслоения чрезвычайно высока. Так, по данным М. Genoni с соавт. [8], около 20% пациентов погибает до госпитализации, в первые часы после события. Без хирургического лечения уровень летальности составляет 25% в первые 6 ч, к концу первых суток он достигает 50%, к концу

первой недели погибает до 75% пациентов, не получивших лечение [8, 9]. Уровень госпитальной летальности, несмотря на улучшение хирургической техники, анестезиологического пособия, технического и технологического обеспечения остается достаточно высоким. По данным Международного регистра острых расслоений аорты (IRAD) летальность при консервативном лечении острого расслоения типа А составляет 58%, в то время как при хирургическом лечении — 26% [10, 11].

Основным, а в некоторых случаях единственным, способом лечения расслоения аорты является ее открытая реконструкция [12, 13]. Согласно существующим рекомендациям, хирургическое вмешательство на восходящем отделе аорты при ее расслоении обязательно должно включать в себя резекцию первичного дефекта интимы и протезирование восходящего отдела аорты. Уровень формирования дистального анастомоза является принципиальным моментом в хирургическом лечении проксимальных расслоений

и зависит от формы распространения расслоения стенки аорты; наличия разрывов, фенестраций, тромбоза в дуге; а также распространенности на брахиоцефальные сосуды. Некоторые авторы рекомендуют расширять объем резекции и выполнять полное протезирование дуги как можно чаще, мотивируя это тем, что данный вид вмешательства улучшает отдаленные результаты из-за отсутствия кровотока по ложному просвету, а результаты манипуляций на дистальной аорте имеют высокий риск летальности и осложнений [14–16]. Однако, по другим данным, протезирование по типу «полудуги» демонстрирует аналогичные результаты [17].

Летальность при консервативном лечении острого расслоения типа В составляет 10%, а в случае выполнения хирургического вмешательства возрастает до 30% [4]. В настоящее время при постепенном улучшении непосредственных результатов лечения расслоения аорты отдаленные результаты в большой степени зависят от наличия проходимого ложного канала, который является предиктором повторных вмешательств и летальности [18]. Для увеличения радикальности стало технически возможным лечение расслоения аорты путем имплантации дополнительных устройств одновременно с выполнением классического (традиционного) вмешательства, которое обычно представляет собой реконструкции по типу «полудуги» или протезирование дуги аорты. Однако эффективность дополнительного стентирования аорты при выполнении реконструктивных операций на аорте до сих пор изучена недостаточно [19].

Цель исследования — оценить эффективность применения различных видов гибридной технологии по сравнению с классическим протезированием дуги аорты при лечении расслоения аорты I типа в госпитальном периоде.

Материалы и методы

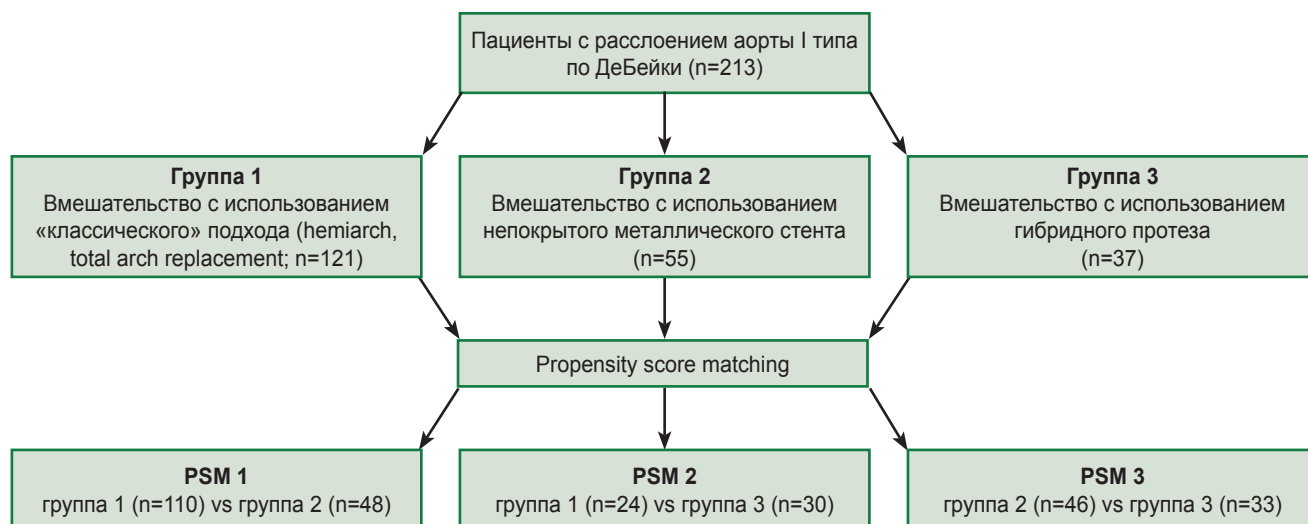
Проведено ретроспективное обсервационное исследование, в котором сравнивали результаты хирургического лечения 213 пациентов с диагнозом «расслоение аорты I типа по ДеБейки». У всех пациентов расслоение затрагивало восходящий отдел, дугу аорты и нисходящий грудной отдел аорты. В исследовании участвовали пациенты, оперированные в клиниках Национального медицинского исследовательского центра им. академика Е.Н. Мешалкина (Новосибирск), Научно-исследовательского института кардиологии Томского национального исследовательского медицинского центра РАН (Томск), а также в University Hospital Amiens (Амьен, Франция) в период с 2001 по 2017 г. В статье приводятся данные по госпитальному периоду наблюдения. Дизайн исследования представлен на рисунке.

Все исследуемые были разделены на три группы лечения: группа 1 — с применением стандартных хирургических подходов (протезирование по типу «полудуги» или полное протезирование дуги аорты) — 121 пациент; группа 2 — протезирование по типу «полудуги» или полное протезирование дуги аорты с использованием непокрытого металлического стента — 55 пациентов и группа 3 — вмешательство по типу «замороженный хобот слона» (frozen elephant trunk, FET) — 37 пациентов.

Группы сравнивались между собой попарно. Всем пациентам, вошедшим в исследование, диагноз был подтвержден в дооперационном периоде по результатам ультразвукового и томографического исследования.

Принципиальными моментами при выполнении ультразвукового и томографического исследования являлись следующие:

1. Подтвердить диагноз расслоения аорты



Дизайн исследования

объективными данными (в отличие от ультразвуковых методов).

2. Оценить состояние корня аорты и аортального клапана, дать оценку степени и возможному механизму аортальной недостаточности как одного из самых тяжелых осложнений проксимального расслоения аорты.

3. Оценить состояние ветвей дуги аорты (сохранность кровотока, наличие расслоений сонных и подключичных артерий) для определения тактики подключения искусственного кровообращения, объема вмешательства на дуге аорты.

4. Дать картину состояния торакоабдоминального отдела аорты. Оценить наличие и распространенность ложного канала, определить отхождение устьев висцеральных ветвей (от истинного или ложного канала) и сохранность кровотока по органным артериям.

5. Определить наличие или отсутствие вторичных фенестраций интимы аорты с объединением истинного и ложного каналов в дистальных отделах.

При выписке или через 30 дней нахождения в стационаре всем пациентам выполняли контрольное МСКТ-контрастное исследование для оценки состояния аорты. Тромбоз ложного канала оценивали по всей длине просвета вне зависимости от анатомической зоны. Полным тромбозом считали отсутствие контрастирования ложного просвета, полной проходимость — полное отсутствие признаков тромбирования ложного просвета.

С учетом ретроспективного характера исследования и неравнозначности групп по отдельным характеристикам их выравнивали с целью повышения достоверности результатов по методике propensity score matching (PSM). Таким образом было сформировано три группы сравнения, уравновешенных методом PSM, которые получили название PSM 1, 2 и 3. Проведен анализ летальности и частоты возникновений осложнений в госпитальном периоде в зависимости от исследуемой группы сравнения.

К исходным группам для выравнивания предоперационных показателей применяли метод ближайших соседей (nearest neighbor matching, NNM) с величиной калибра 0,25 (caliper), с исключением заведомо несоответствующих пациентов в группах (discarding), с заданным соотношением искомых групп 3:1 для групп 1 и 2 и 2:1 — для остальных групп [20]. В результате было отобрано по 110 и 48 пациентов в группы 1 и 2 (PSM 1), по 24 и 30 пациентов в группы 1 и 3 (PSM 2), по 46 и 34 пациента в группы 2 и 3 (PSM 3). В модификации метода NNM с калибровкой выбор ближайшего соседа у каждого индивидуума производится в интервале размера калибра, середина интервала берется равной баллам индивидуума. При подборе более чем двух ближайших соседей может случиться недобор и индивидууму может быть подобрано меньше соседей, чем задано, что в совокупности с предварительным отбором приводит к нестрогим пропорциональным размерам отобранных групп [21]. Метод NNM с калибровкой позволяет

более гибко в отличие от обычного метода NNM контролировать соответствие и подбирать большее количество пациентов в группы без потери качества соответствия. Следует также отметить, что неравное количество пациентов в группах сравнения после применения PSM вызвано стремлением сохранить их максимальное количество, что является допустимым с учетом отсутствия разницы в исследуемых группах до операции.

Статистическая обработка данных. Сравнимые непрерывные показатели возраста, дней от момента события до операции, веса и роста исследовали на нормальность распределений с помощью критерия Шапиро–Уилка и на равенство дисперсий — с использованием F-критерия Фишера. Ввиду отсутствия нормальности сравнение этих показателей проводили, применяя непараметрический U-критерий Манна–Уитни. Для оценки различий между непрерывными показателями рассчитывали псевдомедиану (PMe) попарных разностей значений и стандартизованную среднюю разность значений (SMD). Значения непрерывных показателей представляли в виде медианы, первого и третьего квартилей (Me [Q1; Q3]), среднего и стандартного отклонения ($M \pm SD$). Бинарные показатели: летальный исход, осложнения и проходимость ложного канала описывали в виде количества событий, процента от общего числа пациентов с построением 95% доверительного интервала по формуле Вильсона ($n/\%$, 95% CI). Сравнение бинарных показателей проводили с помощью точного двустороннего критерия Фишера с оценкой отношения шансов (OR) и разности рисков (RD). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Все статистические расчеты выполняли в IDE RStudio (версия 2022.07.2 сборка 576 ©2009–2022, PBC, США) на языке статистических расчетов R (версия 4.1.3, Австрия).

Результаты

Предоперационная характеристика группы сравнения PSM 1 представлена в табл. 1, PSM 2 — в табл. 2, PSM 3 — в табл. 3. Как видно из представленных таблиц, все группы были статистически неразличимы по основным характеристикам.

Летальность в исследуемой группе **PSM 1** составила 15 пациентов: группа 1 (стандартная методика) — 10 пациентов (9%), группа 2 (непокрытые стенты) — 5 пациентов (11%) (табл. 4).

Основными причинами летальности во всех группах сравнения являлись острое нарушение мозгового кровообращения, инфаркт миокарда и большие кровотечения. Под большими кровотечениями подразумевались состояния, потребовавшие повторного вмешательства для устранения источника.

В ходе анализа частоты периоперационных осложнений обнаружено, что в группе 2 значительно

Таблица 1

Предоперационная характеристика группы сравнения PSM 1

Переменные	Группа 1 (n=110)	Группа 2 (n=48)	Различие (величина эффекта)	P
Мужской пол: n/% 95% CI	81/74 65–81	31/65 50–77	OR — 0,7 RD — 9%	0,259
Возраст, лет: Me [Q1; Q3] M±SD	54 [45; 61] 54,17±14,14	58,0 [45,0; 65,25] 55,44±15,3	PMe — 2,0 SMD — 0,09	0,372
Дни от момента события до операции: Me [Q1; Q3] M±SD	52 [1; 291] 96,06±975,32	66,5 [3,5; 1122,0] 1191,40±5889,18	PMe — 16,9 SMD — 0,33	0,264
Вес, кг: Me [Q1; Q3] M±SD	79,50 [70,0; 89,75] 80,35±17,33	81,50 [75,0; 91,25] 82,94±13,41	PMe — 4,0 SMD — 0,16	0,101
Рост, см: Me [Q1; Q3] M±SD	172,50 [167,0; 178,75] 172,96±9,17	175 [170; 184] 175,71±9,95	PMe — 3,0 SMD — 0,29	0,079
Заболевания соединительной ткани: n/% 95% CI	21/19 13–27	9/19 10–32	OR — 1,0 RD — 0%	>0,999
Синдром Марфана: n/% 95% CI	12/20 12–31	2/10 3–29	OR — 0,4 RD — 10%	0,502
Предшествующая кардиохирургия: n/% 95% CI	6/5 3–11	6/12 6–25	OR — 2,5 RD — 7%	0,188
Осложненное расслоение аорты: n/% 95% CI	59/54 44–63	24/50 36–64	OR — 0,9 RD — 4%	0,730

Таблица 2

Предоперационная характеристика группы сравнения PSM 2

Переменные	Группа 1 (n=24)	Группа 3 (n=30)	Различие (величина эффекта)	P
Мужской пол: n/% 95% CI	17/71 51–85	16/53 36–70	OR — 0,5 RD — 18%	0,263
Возраст, лет: Me [Q1; Q3] M±SD	45 [38; 52] 45,19±9,78	50,50 [46,25; 56,50] 51,23±8,83	PMe — 5,7 SMD — 0,64	0,084
Дни от момента события до операции: Me [Q1; Q3] M±SD	35 [6; 212] 422,0±1009,84	141,0 [48,75; 754,50] 562,86±838,71	PMe — 106,0 SMD — 0,15	0,087
Вес, кг: Me [Q1; Q3] M±SD	77,50 [61,25; 94,50] 79,41±22,74	74,0 [67,0; 88,25] 79,83±19,33	PMe — 0,98 SMD — 0,02	0,919
Рост, см: Me [Q1; Q3] M±SD	172,0 [166,50; 178,75] 172,64±8,48	172 [166; 176] 171,59±8,88	PMe — 1,0 SMD — 0,12	0,634

Переменные	Группа 1 (n=24)	Группа 3 (n=30)	Различие (величина эффекта)	p
Заболевания соединительной ткани: n/% 95% CI	5/21 9–40	9/30 17–48	OR — 1,6 RD — 9%	0,540
Синдром Марфана: n/% 95% CI	5/21 9–40	1/3 1–17	OR — 0,1 RD — 18%	0,078
Предшествующая кардиохирургия: n/% 95% CI	4/17 7–36	4/13 5–30	OR — 0,8 RD — 3%	>0,999
Осложненное расслоение аорты: n/% 95% CI	12/50 31–69	9/30 17–48	OR — 0,4 RD — 20%	0,167

Таблица 3
Предоперационная характеристика группы сравнения PSM 3

Переменные	Группа 2 (n=46)	Группа 3 (n=34)	Различие (величина эффекта)	p
Мужской пол: n/% 95% CI	28/61 46–74	18/53 37–69	OR — 0,7 RD — 8%	0,502
Возраст, лет: Me [Q1; Q3] M±SD	57,0 [44,25; 65,75] 54,76±15,73	50,50 [46,25; 56,50] 51,23±8,83	PMe — 4,5 SMD — 0,26	0,208
Дни от момента события до операции: Me [Q1; Q3] M±SD	89,0 [4,25; 1390,0] 1266,15±6003,12	141,0 [48,75; 754,50] 562,86±838,71	PMe — 63,0 SMD — 0,15	0,345
Вес, кг: Me [Q1; Q3] M±SD	81,0 [75,0; 91,75] 83,02±14,30	75,0 [67,25; 82,50] 79,79±17,65	PMe — 5,0 SMD — 0,2	0,097
Рост, см: Me [Q1; Q3] M±SD	175 [170; 184] 175,59±10,16	172 [164; 176] 171,09±9,86	PMe — 4,0 SMD — 0,45	0,070
Заболевания соединительной ткани: n/% 95% CI	9/20 11–33	13/38 24–55	OR — 2,5 RD — 19%	0,080
Синдром Марфана: n/% 95% CI	2/10 3–29	1/3 1–15	OR — 0,3 RD — 7%	0,551
Предшествующая кардиохирургия: n/% 95% CI	8/17 9–31	5/15 6–30	OR — 0,8 RD — 3%	>0,999
Осложненное расслоение аорты: n/% 95% CI	20/43 30–58	9/26 15–43	OR — 0,5 RD — 17%	0,159

чаще регистрировались большие кровотечения — 21% против 8% в группе 1 и послеоперационная ишемия кишечника — 9% против 1% соответственно. По результатам МСКТ-исследования при выписке полный

тромбоз ложного канала в группе 1 наблюдался значительно чаще, чем в группе 2 (22% против 5%).

Аналогичным образом проведено сравнение результатов послеоперационного периода в группе

Таблица 4

Спектр осложнений, летальность и состояние ложного канала в госпитальном периоде у пациентов группы сравнения PSM 1

Переменные	Группа 1 (n=110)			Группа 2 (n=48)			Точный двусторонний критерий Фишера, p
	количество данных (n/%)	количество случаев (n/%)	95% CI	количество данных (n/%)	количество случаев (n/%)	95% CI	
Большие кровотечения	110/100	9/8	4–15	47/98	10/21	12–35	0,031*
Неврологические осложнения (все)	108/98	22/20	14–29	46/96	12/26	16–40	0,525
Инфаркт миокарда	109/99	4/4	1–9	47/98	4/9	3–20	0,243
Ишемия кишечника	108/98	1/1	0–5	46/96	4/9	3–20	0,028*
Госпитальный летальный исход	110/100	10/9	5–16	47/98	5/11	5–23	0,771
Полный тромбоз или облитерация	107/97	23/22	15–30	41/85	2/5	1–16	0,015*
Частичный тромбоз	105/95	27/26	18–35	40/83	13/32	20–48	0,414
Полностью проходимый ложный канал	106/96	56/53	43–62	41/85	26/63	48–76	0,271

* статистически значимо различающиеся переменные.

Таблица 5

Спектр осложнений, летальность и состояние ложного канала в госпитальном периоде у пациентов группы сравнения PSM 2

Переменные	Группа 1 (n=24)			Группа 3 (n=30)			Точный двусторонний критерий Фишера, p
	количество данных (n/%)	количество случаев (n/%)	95% CI	количество данных (n/%)	количество случаев (n/%)	95% CI	
Большие кровотечения	24/100	4/17	7–36	29/97	8/28	15–46	0,512
Неврологические осложнения (все)	23/96	4/17	7–37	29/97	2/7	2–22	0,387
Инфаркт миокарда	23/96	1/4	1–21	29/97	0/0	0–12	0,442
Ишемия кишечника	23/96	1/4	1–21	29/97	3/10	4–26	0,621
Госпитальный летальный исход	24/100	3/12	4–31	30/100	1/3	1–17	0,318
Полный тромбоз или облитерация	23/96	1/4	1–21	29/97	17/59	41–74	<0,001*
Частичный тромбоз	23/96	9/39	22–59	29/97	12/41	26–59	>0,999
Полностью проходимый ложный канал	23/96	13/57	37–74	27/90	0/0	0–12	<0,001*

* статистически значимо различающиеся переменные.

Таблица 6

Спектр осложнений, летальность и состояние ложного канала в госпитальном периоде у пациентов группы сравнения PSM 3

Переменные	Группа 2 (n=46)			Группа 3 (n=34)			Точный двусторонний критерий Фишера, p
	количество данных (n/%)	количество случаев (n/%)	95% CI	количество данных (n/%)	количество случаев (n/%)	95% CI	
Большие кровотечения	45/98	11/24	14–39	33/97	9/27	15–44	0,798
Неврологические осложнения (все)	44/96	12/27	16–42	33/97	2/6	2–20	0,019*
Инфаркт миокарда	45/98	4/9	4–21	33/97	1/3	1–15	0,389
Ишемия кишечника	45/98	4/9	4–21	33/97	4/12	5–27	0,718
Госпитальный летальный исход	45/98	5/11	5–23	33/97	3/9	3–24	>0,999
Полный тромбоз облитерация	39/85	1/3	0–13	33/97	18/55	38–70	<0,001*
Частичный тромбоз	38/83	12/32	19–47	33/97	15/45	30–62	0,327
Полностью проходимый ложный канал	39/85	26/67	51–79	31/91	0/0	0–11	<0,001*

* статистически значимо различающиеся переменные.

PSM 2 (группа 1 и группа 3). Летальность составила 4 пациента: группа 1 — 3 пациента (12%), группа 3 — 1 пациент (3%) (табл. 5).

По спектру осложнений в представленной группе сравнения PSM 2 различия между группами не обнаружены, несмотря на очевидно более сложное вмешательство в группе с использованием гибридного протеза. По данным МСКТ-ангиографии, выполненной при выписке из стационара, выявлено значительно большее количество случаев полного тромбоза ложного канала среди пациентов группы 3 — 59% против 4% в группе 1, при этом полная проходимость ложного канала сохранялась в 57% случаев в группе 1 и полностью отсутствовала в группе 3.

В группе сравнения **PSM 3** летальность составила 8 пациентов: группа 2 — 5 пациентов (11%), группа 3 — 3 пациента (9%) (табл. 6).

При анализе частоты периоперационных осложнений выявлено статистически значимо большее число неврологических осложнений в группе с использованием непокрытого стента (27% против 6%, $p=0,019$). В ходе сравнительного анализа данных МСКТ значительно большее число случаев полного тромбоза ложного канала обнаружено в группе 3 (55% против 3% в группе 2, $p<0,001$), при этом случаев с полностью проходимым ложным каналом в группе 3 не оказалось, а в группе 2 их было 67%, $p<0,001$.

Обсуждение

Согласно существующим рекомендациям, хирургическое вмешательство на восходящем отделе аорты при ее расслоении обязательно должно включать в себя резекцию первичного дефекта интимы с последующим протезированием [22]. Однако до сих пор не достигнут консенсус относительно необходимости расширенного вмешательства на дуге аорты и ее нисходящем отделе [23, 24]. Нет также однозначных данных относительно влияния используемых технологий, таких как непокрытые металлические стенты или гибридные протезы, на частоту периоперационных осложнений и летальность.

По полученным нами данным, применение как баллонорасширяемого непокрытого стента, так и гибридного протеза имеет сопоставимый уровень госпитальной летальности по сравнению со стандартной хирургической технологией реконструкции дуги аорты и находится в пределах от 3 до 12% в зависимости от исследуемой группы. По данным М. Aftab с соавт. [17], внутригоспитальная летальность при стандартном подходе в группе «полудуги» составила 29%, а в группе полного протезирования дуги — 22%. При этом в исследовании М. Kumagai и К. Minatoya [25] уровень периоперационной летальности был 4,5% в группах «полудуги» против 3,5% при полном протезировании дуги аорты. В работе М. Shrestha с соавт. [26] госпитальная летальность при использовании многобраншевого гибридного

протеза Thoraflex hybrid составила 12%. Другие данные приводит N. Uchida с соавт. [27]; проанализировав результаты использования гибридного протеза Frozenix, авторы сообщили, что внутригоспитальная летальность составила 5,0%, но следует учесть, что 38 пациентов имели аневризмы грудного отдела аорты и лишь 22 пациента — расслоение аорты.

Относительно результатов применения непокрытых стентов в хирургии расслоений аорты имеются данные В. Leobon и соавт. [28], которые использовали стенты Djumbodis у 22 пациентов с острым расслоением аорты I типа по ДеБейки. 30-дневная смертность составила 22,7%. А. Piccardo и соавт. [29] применяли стент Djumbodis у 20 пациентов; госпитальная летальность составила 30%. Р.Н. Комаров с соавт. [30] сообщили о 30-дневной летальности у 1 из 6 пациентов (16,7%).

При анализе количества осложнений послеоперационного периода нами выявлено, что в группе с применением баллонорасширяемого непокрытого стента по сравнению с группой стандартного лечения чаще наблюдались большие кровотечения — 21% против 8% ($p=0,031$) и послеоперационная ишемия кишечника — 9% против 1% ($p=0,028$). А по сравнению с группой гибридного протеза отмечалось большее число неврологических событий: 27% против 6% ($p=0,019$). При этом реконструкция дуги аорты с использованием гибридного протеза не увеличивала количество осложнений по сравнению со стандартной технологией реконструкции дуги аорты в раннем послеоперационном периоде. По данным К. Tsagakis и Н. Jakob [31], 307 пациентам было выполнено протезирование грудного отдела аорты по типу «замороженный хобот слона» гибридными стент-графтами E-vita open и E-vita open plus. Общая 30-дневная летальность составила 11,7%, нарушения мозгового кровообращения и повреждения спинного мозга зарегистрированы в 7,2 и 2,9% случаях соответственно, большие кровотечения — в 10,4% случаев. По данным М. Shrestha с соавт. [26], количество инсультов составило от 10 до 18% в группе хронических и острых диссекций соответственно, а частота реторакотомий для выполнения гемостаза колебалась от 19,0 до 20,3%.

Поскольку успех вмешательства как в раннем, так и в отдаленном периоде во многом определяется свободой от аортосвязанных событий, проходимость ложного канала как предиктор неблагоприятных событий в послеоперационном периоде — важнейший критерий эффективности предложенных технологий. По данным работы [28], сохранение проходимости ложного канала является предиктором повторного вмешательства в отдаленном периоде, поэтому стратегия хирургического лечения должна осуществляться таким образом, чтобы максимально способствовать облитерации ложного просвета в нисходящей аорте. В нашей серии при выписке из стационара полный тромбоз ложного канала в группе стандартного лечения наблюдался значительно чаще, чем в группе с использованием непокрытого

металлического стента (22% против 5%), несмотря на дополнительно выполненное стентирование. При этом ожидаемым оказалось преимущество по данному показателю у пациентов с использованием гибридного протеза. Так, по данным МСКТ-ангиографии, выполненной при выписке из стационара, выявлено значительно большее количество случаев полного тромбоза ложного канала среди пациентов группы 3 — 59% случаев против 4% в группе стандартного лечения. При сравнении с группой с использованием непокрытого стента также было обнаружено значительно большее число таких случаев в группе 3 — 55% против 3% в группе 2 ($p < 0,001$), при этом случаев с полностью проходимым ложным каналом в группе 3 не оказалось, а в группе 2 их было 67% ($p < 0,001$).

В работе Р.Н. Комарова с соавт. [30] сообщается о частичном тромбозе ложного канала в 4 случаях (66,7%), полном тромбозе — лишь в одном случае (16,7%). М. Czerny с соавт. в серии из 15 пациентов наблюдали полный тромбоз ложного канала в одном случае (8%) и частичный тромбоз — в 4 (25%), у остальных пациентов признаков тромбоза не обнаружено [32].

Ограничения исследования. Ретроспективный дизайн исследования накладывает ограничения на репрезентативность и гомогенность выборки, использование метода псевдорандомизации propensity score matching служит частичным решением этих проблем. Короткий срок наблюдения также является ограничением данного исследования.

Заключение

В ходе проведенного ретроспективного исследования, в котором сравнивали результаты хирургического лечения пациентов с диагнозом «расслоение аорты I типа по ДеБейки», было показано, что применение голометаллического стента и гибридного протеза не оказывает значительного влияния на летальность в госпитальном периоде, однако при этом статистически значимо увеличивается количество периоперационных осложнений в группе с использованием голометаллического стента. Результаты среднесрочного и отдаленного периода требуют дальнейшего наблюдения и анализа, что, возможно, позволит разработать персонализированный подход к лечению каждого пациента.

Финансирование. Исследование выполнено в рамках проекта №22-15-20005 (соглашение №22-15-20005 от 22.03.2022 с Российским научным фондом, соглашение №р-12 от 06.04.2022 с Министерством науки и инновационной политики НСО).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература/References

1. Zhang J., Jiang Y., Gao C., Feng J., Wang A. Risk factors for hospital death in patients with acute aortic

dissection. *Heart Lung Circ* 2015; 24(4): 348–353, <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2014.10.009>.

2. de la Cruz K.I., Green S.Y., Preventza O.A., Coselli J.S. Aortic arch replacement in patients with chronic dissection: special considerations. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth* 2016; 20(4): 314–321, <https://doi.org/10.1177/1089253216659144>.

3. Koechlin L., Schuerpf J., Bremerich J., Sommer G., Gahl B., Reuthebuch O., Gurke L., Mujagic E., Eckstein F., Berdajs D.A. Acute aortic dissection with entry tear at the aortic arch: long-term outcome. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2021; 32(1): 89–96, <https://doi.org/10.1093/icvts/ivaa228>.

4. Hagan P.G., Nienaber C.A., Isselbacher E.M., Bruckman D., Karavite D.J., Russman P.L., Evangelista A., Fattori R., Suzuki T., Oh J.K., Moore A.G., Malouf J.F., Pape L.A., Gaca C., Sechtem U., Lenferink S., Deutsch H.J., Diedrichs H., Marcos y Robles J., Llovet A., Gilon D., Das S.K., Armstrong W.F., Deeb G.M., Eagle K.A. The International Registry of Acute Aortic Dissection (IRAD): new insights into an old disease. *JAMA* 2000; 283(7): 897–903, <https://doi.org/10.1001/jama.283.7.897>.

5. Mennander A.A. Commentary: effectiveness versus efficiency in surgery for DeBakey type I aortic dissection. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2019; 158(5): 1296–1297, <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2019.01.077>.

6. Pethig K., Schäfers H.J., Borst H.G. Functional results after aortic valve repair in aortic root ectasia. *J Heart Valve Dis* 1996; 5(3): 247–250.

7. Preventza O., de la Cruz K.I., Coselli J.S. Commentary: in surgery for acute type A aortic dissection, follow the principles and do what you need to do. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2020; 159(3): 768–769, <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2019.03.031>.

8. Genoni M., Paul M., Jenni R., Graves K., Seifert B., Turina M. Chronic β -blocker therapy improves outcome and reduces treatment costs in chronic type B aortic dissection. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001; 19(5): 606–610, [https://doi.org/10.1016/s1010-7940\(01\)00662-5](https://doi.org/10.1016/s1010-7940(01)00662-5).

9. Montagner M., Heck R., Kofler M., Buz S., Starck C., Sündermann S., Kurz S., Falk V.; Kempfert Germany Dzhk German Centre For Cardiovascular Research Partner Site Berlin Germany J. New hybrid prosthesis for acute type A aortic dissection. *Surg Technol Int* 2020; 36: 95–97.

10. Nallamothu B.K., Saint S., Koliass T.J., Eagle K.A. Clinical problem-solving. Of nicks and time. *N Engl J Med* 2001; 345(5): 359–363, <https://doi.org/10.1056/nejm200108023450508>.

11. Zhang L., Peng Z., Yu C., Yang X., Qiu J., Wang D. Mid-term results of hybrid arch repair for DeBakey type I aortic dissection. *Chin Med J (Engl)* 2021; 135(4): 493–495, <https://doi.org/10.1097/cm9.0000000000001556>.

12. Сирота Д.А., Жульков М.О., Хван Д.С., Альсов С.А., Чернявский А.М., Мироненко С.П., Струнин О.В., Нарцисова Г.П. Синдром абдоминальной ишемии как осложнение острого расслоения аорты типа А. *Патология кровообращения и кардиохирургия* 2019; 23(3): 98–103, <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2019-3-98-103>.

Sirota D.A., Zhulkov M.O., Khvan D.S., Alsov S.A., Chernyavskiy A.M., Mironenko S.P., Strunin O.V., Nartsissova G.P. Abdominal ischaemia syndrome as a complication of type A acute aortic dissection. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya* 2019; 23(3): 98–103, <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2019-3-98-103>.

13. Lin C.Y., Tung T.H., Wu M.Y., Tseng C.N., Tsai F.C.

Surgical outcomes of DeBakey type I and type II acute aortic dissection: a propensity score-matched analysis in 599 patients. *J Cardiothorac Surg* 2021; 16(1): 208, <https://doi.org/10.1186/s13019-021-01594-9>.

14. Kazui T., Washiyama N., Muhammad B.A., Terada H., Yamashita K., Takinami M., Tamiya Y. Extended total arch replacement for acute type a aortic dissection: experience with seventy patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000; 119(3): 558–565, [https://doi.org/10.1016/s0022-5223\(00\)70136-x](https://doi.org/10.1016/s0022-5223(00)70136-x).

15. Sun L.Z., Qi R.D., Chang Q., Zhu J.M., Liu Y.M., Yu C.T., Lv B., Zheng J., Tian L.X., Lu J.G. Surgery for acute type A dissection using total arch replacement combined with stented elephant trunk implantation: experience with 107 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009; 138(6): 1358–1362, <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2009.04.017>.

16. Uchida N., Shibamura H., Katayama A., Shimada N., Sutoh M., Ishihara H. Operative strategy for acute type A aortic dissection: ascending aortic or hemiarch versus total arch replacement with frozen elephant trunk. *Ann Thorac Surg* 2009; 87(3): 773–777, <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2008.11.061>.

17. Aftab M., Plichta R., Roselli E.E. Acute DeBakey type I dissection repair using frozen elephant trunk: the Cleveland Clinic technique. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth* 2017; 21(3): 200–205, <https://doi.org/10.1177/1089253216676090>.

18. Uchida N. Open stent grafting for complex diseases of the thoracic aorta: clinical utility. *Gen Thorac Cardiovasc Surg* 2013; 61(3): 118–126, <https://doi.org/10.1007/s11748-012-0151-y>.

19. Сирота Д.А., Хван Д.С., Ляшенко М.М., Альсов С.А., Жульков М.О., Чернявский А.М. Применение непокрытых металлических стентов в хирургии расслоения аорты. *Ангиология и сосудистая хирургия* 2018; 24(4): 110–116.

Sirota D.A., Khvan D.S., Lyashenko M.M., Alsov S.A., Zhulkov M.O., Chernyavskiy A.M. Use of uncoated metal stents in surgery of aortic dissection. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya* 2018; 24(4): 110–116.

20. Ho D., Imai K., King G., Stuart E.A. Matching as nonparametric preprocessing for reducing model dependence in parametric causal inference. *Political Anal* 2007; 15(3): 199–236, <https://doi.org/10.1093/pan/mpl013>.

21. Ho D., Imai K., King G., Stuart E.A. MatchIt: nonparametric preprocessing for parametric causal inference. *J Stat Softw* 2011; 42(8): 1–28, <https://doi.org/10.18637/jss.v042.i08>.

22. Malaisrie S.C., Szeto W.Y., Halas M., Girardi L.N., Coselli J.S., Sundt T.M. III, Chen E.P., Fischbein M.P., Gleason T.G., Okita Y., Ouzounian M., Patel H.J., Roselli E.E., Shrestha M.L., Svensson L.G., Moon M.R.; AATS Clinical Practice Standards Committee: Adult Cardiac Surgery. 2021 The American Association for Thoracic Surgery expert consensus document: surgical treatment of acute type A aortic dissection. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2021; 162(3): 735–758. e2, <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2021.04.053>.

23. Хван Д.С., Жульков М.О., Сирота Д.А., Фомичев А.В., Чернявский А.М. Реконструкция корня аорты при остром расслоении типа А. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия* 2021; 14(1): 66–70, <https://doi.org/10.17116/kardio20211401166>.

Khvan D.S., Zhulkov M.O., Sirota D.A., Fomichev A.V., Chernyavskiy A.M. Aortic root repair in acute aortic dissection type A. *Kardiologiya i serdechno-sosudistaya khirurgiya* 2021; 14(1): 66–70, <https://doi.org/10.17116/kardio20211401166>.

24. Козлов Б.Н., Панфилов Д.С., Сондуев Э.Л., Лукинов В.Л. Предикторы ранних осложнений после протезирования восходящей аорты. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины* 2022; 37(1): 108–117, <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2022-37-1-108-117>.

Kozlov B.N., Panfilov D.S., Sonduev E.L., Lukinov V.L. Predictors of early adverse events after ascending aortic replacement. *Sibirskij zurnal kliniceskoj i eksperimental'noj mediciny* 2022; 37(1): 108–117, <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2022-37-1-108-117>.

25. Kumagai M., Minatoya K. Operation for aortic regurgitation after replacement of ascending aorta. *Kyobu Geka* 2021; 74(10): 781–786.

26. Shrestha M., Martens A., Kaufeld T., Beckmann E., Bertele S., Krueger H., Neuser J., Fleissner F., Ius F., Abd Alhadi F., Hanke J., Schmitto J.D., Cebotari S., Karck M., Haverich A., Chavan A. Single-centre experience with the frozen elephant trunk technique in 251 patients over 15 years. *Eur J Cardiothorac Surg* 2017; 52(5): 858–866, <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezx218>.

27. Uchida N., Katayama A., Higashie S., Shiono M., Hata M., Minami K., Yamanaka K., Miyamoto S., Sawa Y., Kuratani T., Kato M. A new device as an open stent graft for extended aortic repair: a multicentre early experience in Japan. *Eur J Cardiothorac Surg* 2016; 49(4): 1270–1278, <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezv310>.

28. Léobon B., Roux D., Sacconi S., Glock Y., Fournial G. Combined surgery of acute type A aortic dissections by ascending aorta replacement and bare stent. *Arch Mal Coeur Vaiss* 2007; 100(9): 753–759.

29. Piccardo A., Regesta T., Pansini S., Dell'Aquila A.M., Concistrè G., Martinelli L., Passerone G. Fate of the aortic valve after root reconstruction in type A aortic dissection: a 20-year follow up. *J Heart Valve Dis* 2009; 18(5): 507–513.

30. Комаров Р.Н., Белов Ю.В., Каравайкин П.А., Соборов М.А. Сочетание стентирования аорты голометаллическим стентом Djumbodis® Dissection System с протезированием восходящей аорты и дуги в хирургическом лечении расслоения I типа. *Патология кровообращения и кардиохирургия* 2016; 20(4): 66–75, <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2016-4-66-75>.

Komarov R.N., Belov Yu.V., Karavaykin P.A., Soborov M.A. Replacement of ascending aorta and aortic arch combined with implantation of bare stent Djumbodis® Dissection System as a treatment of type I aortic dissection. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya* 2016; 20(4): 66–75, <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2016-4-66-75>.

31. Tsagakis K., Jakob H. Which frozen elephant trunk offers the optimal solution? *Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery* 2019; 31(4): 679–685, <https://doi.org/10.1053/j.semctvs.2019.05.038>.

32. Czerny M., Schmidli J., Bertoglio L., Carrel T., Chiesa R., Clough R.E., Grabenwöger M., Kari F.A., Mestres C.A., Rylski B., Schönhoff F., Tsagakis K., Wyss T.R. Clinical cases referring to diagnosis and management of patients with thoracic aortic pathologies involving the aortic arch: a companion document of the 2018 European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) and the European Society for Vascular Surgery (ESVS) expert consensus document addressing current options and recommendations for the treatment of thoracic aortic pathologies involving the aortic arch. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2019; 57(3): 452–460, <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2018.12.011>.