УДК 616

СТРАТЕГИЯ КАНЮЛЯЦИИ И ПЕРФУЗИИ ПРИ ИМПЛАНТАЦИИ ГИБРИДНЫХ СТЕНТ-ГРАФТОВ В ХИРУРГИИ ДУГИ АОРТЫ

Марченко А.В., Мялюк П.А., Петрищев А.А., Красоткин А.В., Белов В.А..
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии имени С.Г. Суханова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. ул. Маршала Жукова, 35, г. Пермь, Российская Федерация, 614013

Основные положения

Методика имплантации гибридных стент-графтов у пациентов с различной патологией восходящей аорты дуги и нисходящей аорты позволяет выполнить реконструкцию всей грудной аорты за один этап, а при необходимости вмешательства на торакоабдоминальном отделе, значительно облегчает второй этап.

Central message

Hybrid stent-grafting in patients with ascending aortic arch and descending pathologies allows reconstructing the entire thoracic aorta in a single stage. In case the thoracoabdominal segment is involved, it significantly facilitates the second one.

Резюме

Цель: оценить краткосрочные результаты лечения пациентов с патологией аорты при использовании гибридного стент-графта в условиях ФЦССХ имени С.Г. Суханова г. Пермь.

Материалы и методы: В Федеральном центре сердечно-сосудистой хирургии имени С.Г. Суханова с января 2018 года по август 2023 года прооперировано 34 пациента с применением гибридного стент-графта. Средний возраст пациентов составил 56±14 лет, пациенты мужского пола – 24 (71%), хроническое нарушение мозгового кровообращения до операции было выявлено у 3 (9%) пациентов, ишемическая болезнь сердца – у 6 (18%), сахарный диабет – у 9 (26%) пациентов. Пациенты в зависимости от патологии и локализации поражения аорты были разделены на 4 группы: пациенты с аневризмой дуги в сочетании с аневризмой восходящего отдела аорты и без – 17 (50%) пациентов; пациенты с хроническим III типом расслоения аорты по Дебейки – 10 (29%); пациенты с острым расслоением аорты I тип по Дебейки – 4 (12%); пациенты с корригированным I типом расслоения аорты по Дебейки – 3 (9%). У пациентов в зависимости от локализации и патологии аорты отличалась интраоперационная стратегия перфузии и методика имплантации гибридного стент-графта.

Результаты: Госпитальный период составил от 13 до 28 суток. Госпитальная летальность составила 2 (6%). У 1 пациента в раннем послеоперационном периоде отмечалась транзиторная ишемическая атака с регрессией клиники в течение первых суток. Всем пациентам была проведена контрольная компьютерная томография, по данным которой ни у одного пациента не было выявлено эндоликов и признаков транслокации гибридного стент-графта.

Заключение: У читывая удовлетворительные результаты имплантации гибридных стент-графтов у пациентов с различной патологией восходящей аорты дуги и нисходящей аорты, данная методика позволяет выполнить реконструкцию всей грудной аорты за один этап, а при необходимости вмешательства на торакоабдоминальном отделе, значительно облегчает второй этап.

Ключевые слова: Расслоение аорты • аневризма грудной аорты • замороженный хобот слона • гибридный стент-графт.

Поступила в редакцию: 17.07.2023; поступила после доработки: 14.08.2023; принята к печати: 21.08.2023

CANNULATION AND PERFUSION STRATEGIES DURING HYBRID STENT-GRAFTING FOR AORTIC ARCH REPAIR

Marchenko A.V., Myalyuk P.A., Petrishchev A.A., Krasotkin A.V., Belov. V.A.
Federal Centre of Cardiovacular Surgery named after S.G. Sukhanov of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 35, Marshala Zhukova St., Perm, Russian Federation, 614000.

Aim: To evaluate the short-term outcomes of hybrid stent-grafting for aortic rapier in patients admitted at the Federal Center for Cardiovascular Surgery named after S.G. Sukhanov, Perm.

Methods: 34 patients underwent hybrid stent-grafting at the Federal Center for Cardiovascular Surgery named after S.G. Sukhanov in the period from January 2018 to August 2023. The mean age of patients was 56±14 years. Twenty-four (71%) patients were males 24. Three patients (9%) were present with a positive history of stroke. Six patients (18%) suffered from coronary artery disease and nine (26%) patients had diabetes mellitus. All patients were divided into 4 groups depending on the aortic disease: 17 (50%) patients with arch aneurysm and ascending aorta aneurysm and without it were included in Group 1, 10 (29%) patients with DeBakey type III dissection were enrolled in Group 2, 4 (12%) patients with acute DeBakey type I aortic dissection – Group 3 and 3 (9%) patients with hemodynamically corrected type I aortic dissection.

Results: The in-hospital period ranged from 13 to 28 days. In-hospital mortality was 6% (n=2). One patient experienced ischemic stroke in the early postoperative period resolving within the first 24 hours. All patients underwent a control computed tomography, confirming the absence of endoleaks. There were no cases of stent-graft translocation.

Conclusion: Hybrid stent-grafting in patients with ascending aortic arch and descending aorta pathologies allows reconstructing almost the entire thoracic aorta in a single stage. In case the thoracoabdominal segment is involved, it significantly facilitates the second one.

Keywords: Aortic dissection • thoracic aortic aneurysm • frozen elephant trunk • hybrid stent-graft
Received: 07.17.2023; review round 1: 08.14.2023; accepted: 08.21.2023
Conflict of interest: The authors have no conflict of interest.

Цель исследования.

Цель нашего исследования – оценить краткосрочные результаты лечения пациентов с патологией аорты при использовании гибридного стент-графта в условиях ФЦССХ имени С.Г. Суханова г. Пермь.

Материалы и методы.

С января 2018 по август 2023, в нашей клинике прооперировано 34 пациента с патологией дуги аорты и нисходящей грудной аорты, кому был имплантирован гибридный стент-графт. Средний возраст пациентов составил 56±14 лет, пациенты мужского пола 24 (71%), хроническое нарушение мозгового кровообращения до операции было выявлено у 3 (9%) пациентов, ишемическая болезнь сердца у 6 (18%), сахарный диабет у 9 (26%) пациентов.

Пациенты были разделены на 4 группы в зависимости от локализации и характера поражения (табл. 1).

Хирургическая техника и стратегия перфузии

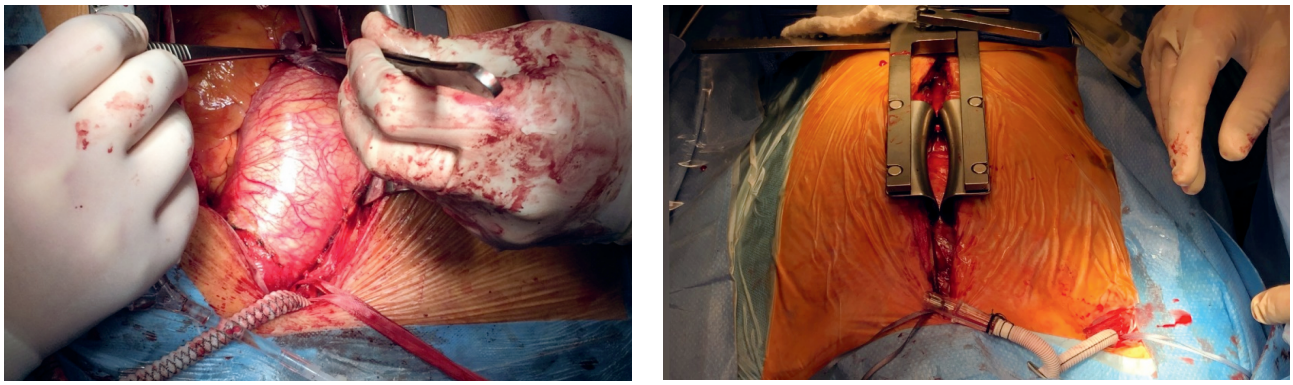
В зависимости от локализации и характера поражения аорты была применена различная стратегия артериальной канюляции и перфузии головного мозга. У пациентов с аневризмой дуги и восходящей аорты, имплантация гибридного стент-графта была выполнена по методике «frozen elephant trunk» (FET). Для артериальной перфузии при такой имплантации стент-графта мы чаще всего использовали вариант перфузии через брахиоцефальный ствол (БЦС) (рис. 1а).

После подключения искусственного кровообращения при умеренной гипотермии (24^{0}C) и унилатеральной перфузии головного мозга на циркуляторном аресте выполнялся дистальный анастомоз гибридного стентграфта в зоне 2-3 (классификация зон дуги аорты по Р. Митчел и С. Ишумари 2002 г). Культю левой подключичной артерии ушивали, после чего накладывался межпротезный анастомоз с многобраншевым

Таблица 1. Группы пациентов с патологией аорты в зависимости от локализации и характера поражения.
Table 1. Groups of patients with aortic pathology depending on the location and character of the lesion.

Патология аорты	
Пациенты с аневризмой дуги в сочетании с аневризмой восходящей аорты и без	17 (50%)
Пациенты с хроническим расслоением аорты III типа по Дебейки	10 (29 %)
Пациенты с острым расслоением аорты I типа по Дебейки	4 (12 %)
Пациенты с корригированным I типом расслоения аорты по Дебейки	3 (9 %)

Пациенты с аневризмой дуги в сочетании с аневризмой восходящего отдела аорты и без – 17 (50%); пациенты с III типом расслоения аорты по Дебейки – 10 (29%); пациенты с острым расслоением аорты I тип по Дебейки – 4 (12%); пациенты с корригированным I типом расслоения аорты по Дебейки – 3 (9%).



А. Б.

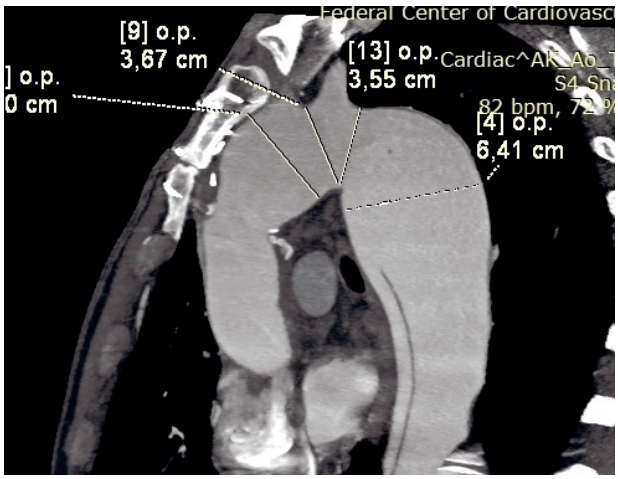
Рисунок 1 Варианты артериальной перфузии при имплантации гибридного стент-графта. А – артериальная перфузия через БЦС. Б – артериальная перфузия через аксилярную артерию
Figure 1. Variants for arterial perfusion during hybrid stent-graft implantation. A – arterial perfusion through a brachiocephalic artery. B – arterial perfusion through a axillary artery.

протезом «Piexus». Затем запускалась перфузия нижней половины тела через дополнительную браншу и поочередно имплантировались брахиоцефальные артерии в многобраншевый протез начиная с левой подключичной артерии. После восстановления перфузии головного мозга и внутренних органов, выполнялась реконструкция восходящего отдела и корня аорты, если требовалось.

При остром расслоении аорты, повторных вмешательствах и, если интраоперационно при помощи эпиаортального ультразвукового сканирования было выявлено расслоение БЦС, артериальную перфузию мы выполняли через правую аксилярную артерию (рис. 1б).

У пациентов при повторном доступе имеется риск повреждения аорты при рестернотомии вследствие ее интимного прилегания к грудине (рис. 2а). У таких пациентов мы подключали артериальную перфузию через аксилярную артерию, затем канюлировали бедренную вену и только после этого выполняли рестернотомию. Такая методика направлена на уменьшение рисков повреждения интимно прилегающей аорты у повторных пациентов (рис. 2б).

У пациентов с аневризмой дуги с неизмененной восходящей аортой и у пациентов с корригированным I типом расслоения аорты по Дебейки стратегия перфузии головного мозга была несколько иная. Первым этапом осуществлялся полный дебраншинг брахиоцефальных артерий без искусственного кровообращения. Сначала в восходящую аорту имплантировали трифуркационный протез, затем перевязывали и отсекали



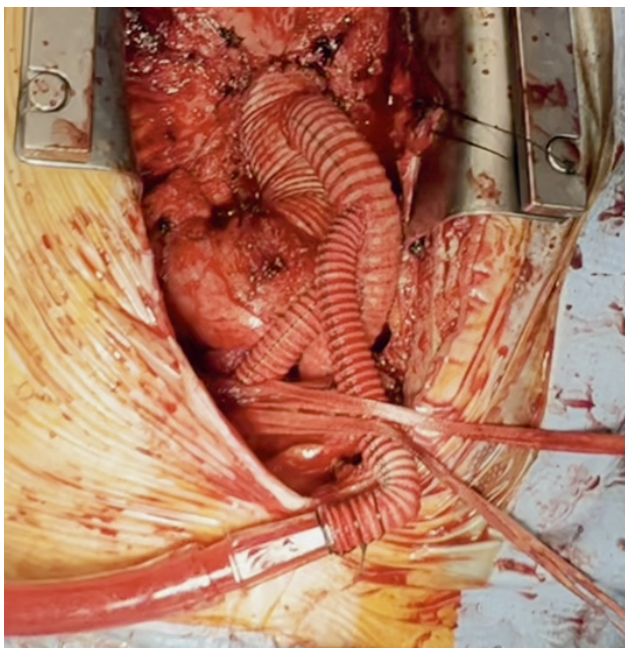
А.

Б.

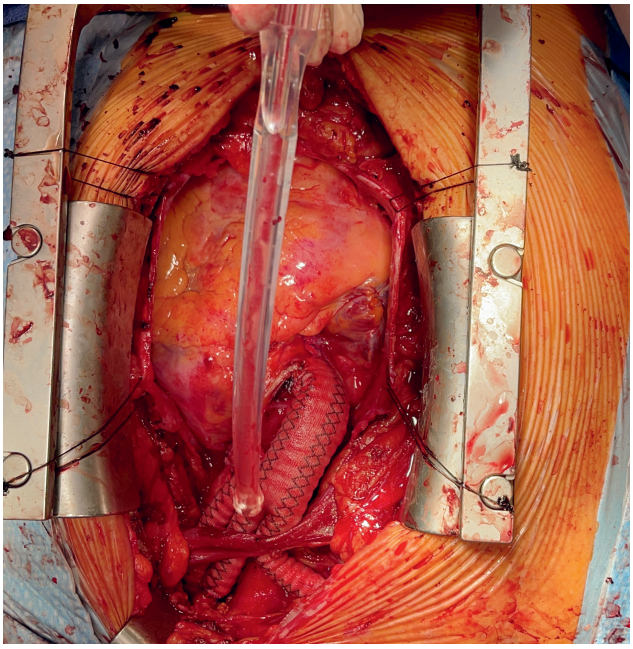
Рисунок 2 Повторный доступ при интимном прилежании аорты к грудине. А – компьютерная томография пациента с интимным прилежанием восходящей аорты к грудине. Б – канюляция аксилярной артерии и бедренной вены до стернотомии.
Figure 2. Computer tomography of a patient with intimate apposition of the ascending aorta to the sternum. A – computed tomography of a patient with intimate apposition of the ascending aorta to the sternum. B – cannulation of the axillary artery and femoral vein before sternotomy.

Бисферальная церебральная перфузия осуществлялась на охлаждении до 27^{0}C. Преимущества данной стратегии заключается в том, что во время основного этапа операции осуществляется бисферальная перфузия головного мозга, использовалась гипотермия не 24^{0}C, а 27^{0}C. (Рис. 3).

Так же эта методика позволяет проксимализировать зону имплантации гибридного стент-графта, смещая ее в зону 0. В отличие от классической методики FET, предложенная нами техника позволяет имплантировать стент-графт через разрез аорты на 50% от ее диаметра (без пересечения аорты), после чего стент-графт фиксировался непрерывным обвивным швом по задней стенке аорты и далее этим же швом ушивался аортотомный доступ (рис. 4). Преимущества данной техники со-



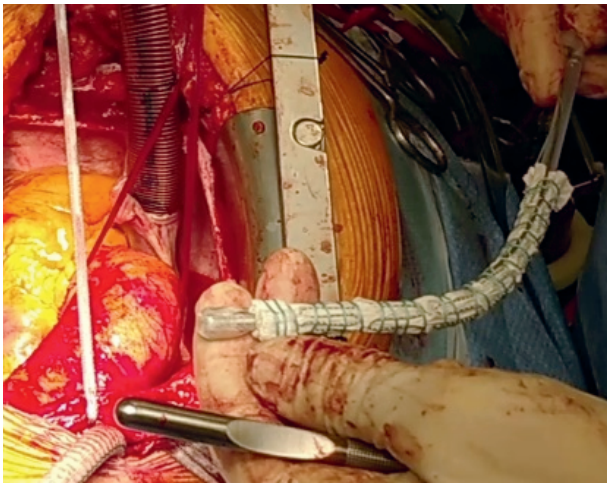
А.



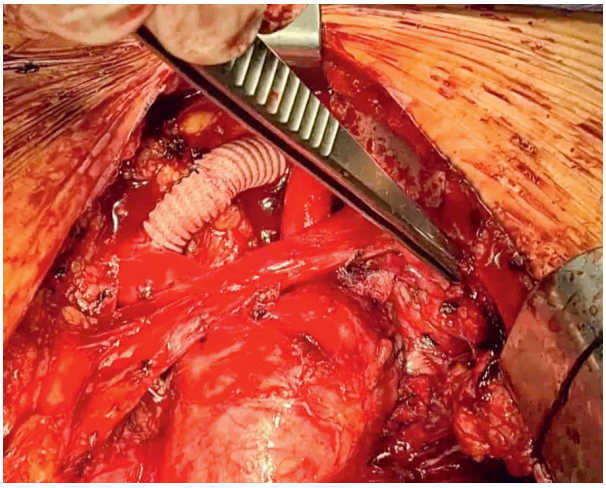
Б.

Рисунок 3. Использование многобраншевого протеза для артериальной перфузии. А – многобраншевый протез для бисферальной перфузии головного мозга. Б – после перфузии бранша используется для протезирования левой подключичной артерии.
Figure 3. Multi-branch graft for arterial perfusion. A – Multi-branch prosthesis for bipolar cerebral perfusion. B – after perfusion branch is used for prosthetics of the left subclavian artery.

стоит в том, что требуется только один анастомоз, сокращается время искусственного кровообращения и циркуляторного ареста, что снижает риск неврологических осложнений, так же этот подход снижает риски кровотечения [1].



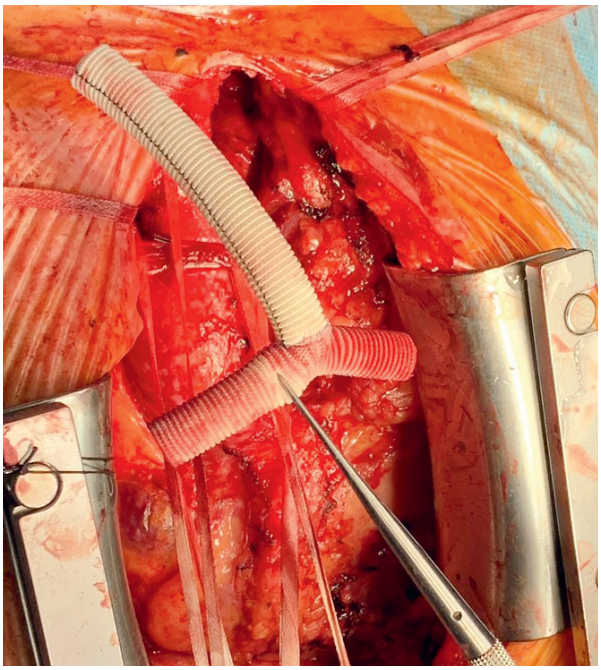
А.



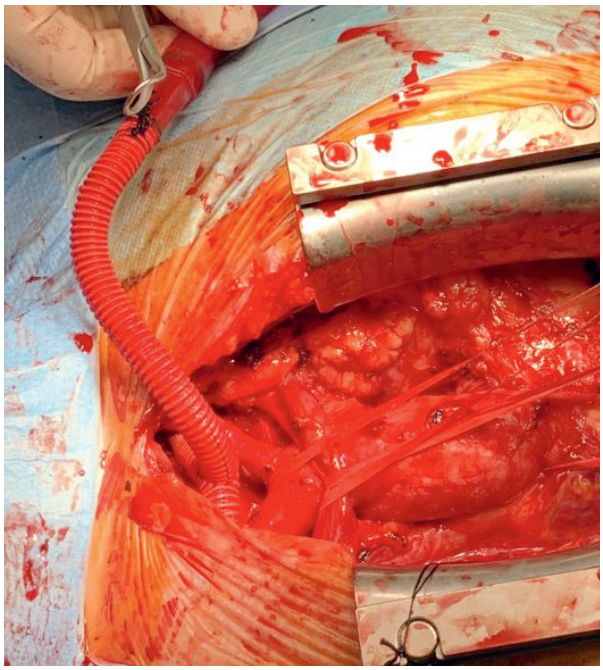
Б.

Рисунок 4 Модификация гибридного стент-графта. А - модифицированный стент-графт МедИнж. В - единственный анастомоз при имплантации гибридного стентграфта.
Figure 4. Modification of hybrid stent-graft. A - Modified stent-graft MedInj. B the only one anastomosis, during implantation of a hybrid stent-graft

У пациентов с III типом расслоения аорты по Дебейки и пациентов с аневризмой дистальной дуги или аневризмой перешейка аорты мы используем Т- образный графт, выполненный из сосудистого протеза. Первая бранша используется для дебраншинга левой подключичной артерии, вторая имплантируется в брахиоцефальный ствол по типу конец в бок, к третьей бранше этого графта присоединяется артериальная линия аппарата искусственного кровообращения (Рис. 5).



А.



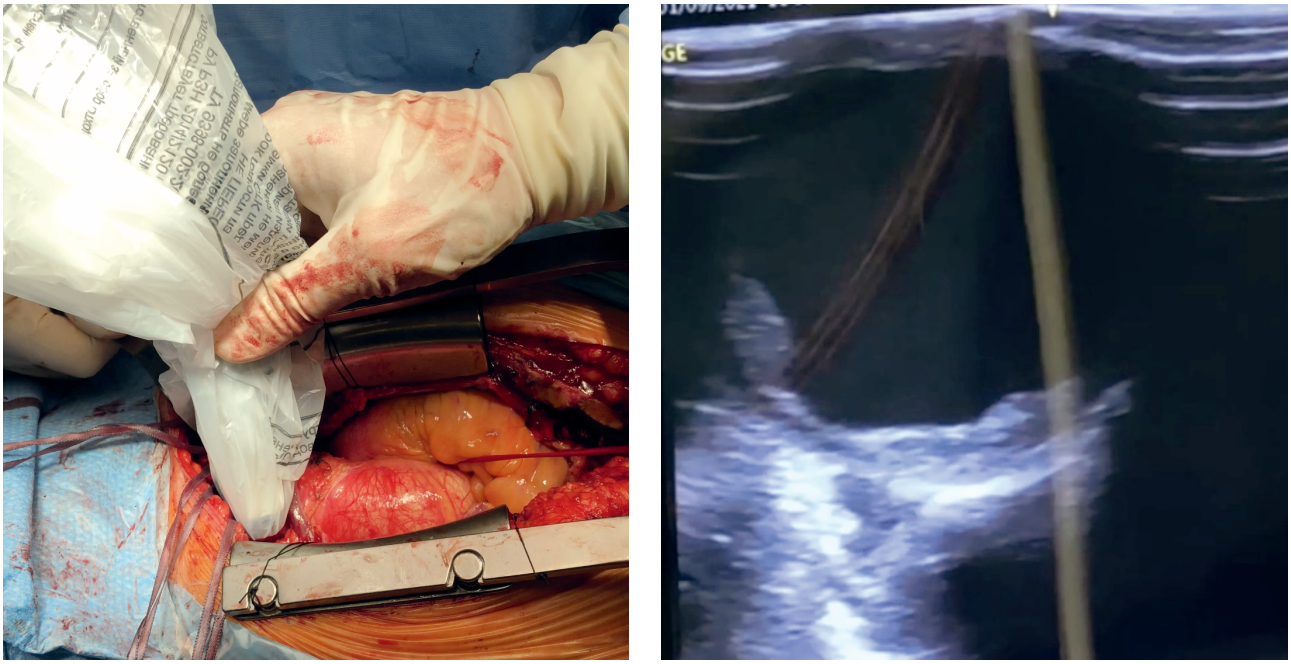
Б.

Рисунок 5. Артериальная перфузия с использованием Т-образного графта. А – Т-образный графт. Б – перфузия через Т-образный графт в БЦС и левую подключичную артерию.
Figure 5. Arterial perfusion by T-graft. A – handmade T-graft. B – perfusion by T – graft in brachiocephalic and left subclavian arteries

У этой группы пациентов мы имплантировали стент-графт, так же по нашей методике вскрывая аорту только на 50% диаметра в зоне 2 дуги аорты. Этот вариант перфузии так же позволяет проксимализировать зону имплантации гибридного стент-графта в зону 2.

Стратегия коронарной перфузии. У пациентов, которым требовалась реконструкция аортального клапана или восходящей аорты, защита миокарда осуществлялась по принятой в клинике методике. Всем пациентам в этом случае выполнялась тепловая кровяная кардиоплегия с интервалом 20 минут. В некоторых случаях, когда артериальная перфузия проводилась через сосудистый протез (сосудистый протез vascutec №8), имплантированный в БЦС. Зажим на аорту у этих пациентов размещался сразу за БЦС. При таком расположении зажима и артериальной линии не требуется кардиоплегическая остановка сердца, сердце полноценно перфузируется и операция выполняется на работающем сердце, если не требуется вмешательство на восходящей аорте. Пациентам с корригированным I типом расслоения по Дебейки, где сперва выполнялся полный дебранчинг брахиоцефальных артерий, так же не требовалась кардиоплегическая остановка сердца. Коронарная перфузия осуществлялась через сформированный многобраншевый протез.

Всем пациентам перед канюляцией интраоперационно мы выполняем ультразвуковое эпиаортальное сканирование аорты и брахиоцефального ствола, чтобы оценить его состояние (рис. 6).



А. Б.

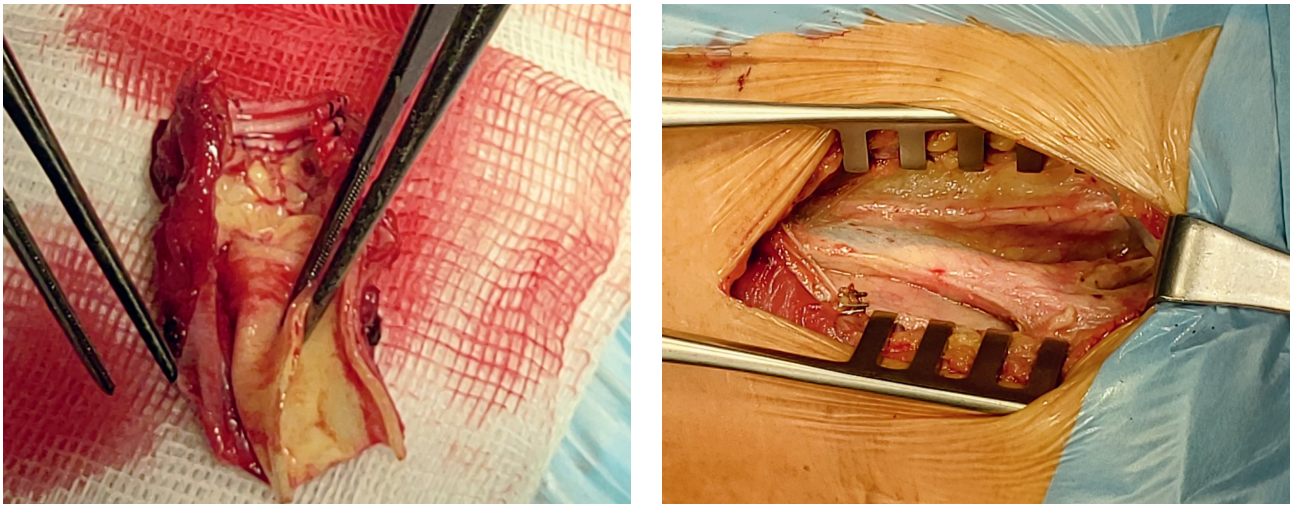
Рисунок 6. Интраоперационное эпиаортальное ультразвуковое сканирование. А – ультразвуковое интраоперационное исследование БЦС. Б – атероматоз БЦС.
Figure 6. Ultrasound epiaortic intraoperative examination. A – Ultrasound intraoperative examination of the brachiocephalic artery. B –atheromatosis of brachiocephalic artery.

При отсутствии признаков атероматоза или расслоения мы осуществляем артериальную перфузию через БЦС. При наличии признаков расслоения на БЦС перфузия осуществляется через протез, имплантированный в аксилярную артерию по типу конец в бок. После основного этапа мы так же проводим контроль состояния БЦС, чтобы оценить его состояние после наложения на него зажима для циркуляторного ареста.

В некоторых случаях при остром расслоении I типа по Дебейки возникает ситуация, когда расслоение переходит на брахиоцефальные артерии, а ложный просвет выполнен тромботическими массами, в данной ситуации артериальная перфузия налаживалась через аксилярную артерию, после чего основной этап выполнялся на полном аресте при глубокой гипотермии (14-16^{0}C), с полной остановкой перфузии, без наложения зажимов. При наличии тромботических масс в ложном просвете, мы считаем, что наложение зажима, как на восходящую аорту, так и на брахиоцефальные артерии, сопряжено с крайне высоким риском эмболии тромботических масс в церебральные артерии с исходом в ишемический инсульт.

Наличие расслоения брахиоцефального ствола без признаков тромбоза у пациентов с расслоением аорты I типа по Дебейки является важным предиктором распространения расслоения на экстракраниальные артерии в

послеоперационном периоде. Всем пациентам с острым расслоением восходящей аорты мы налаживаем аортальную перфузию через аксилярную артерию. Для выполнения циркуляторного ареста при таком типе перфузии необходимо наложить зажим на брахиоцефальный ствол, что является риском прогресирования расслоения на сонные артерии. В послеоперационном периоде у таких пациентов так же надо контролировать экстракраниальные артерии в раннем послеоперационном периоде (рис. 7).



А. Б.

Рисунок 7. Расслоение с частичным тромбозом левой общей сонной артерии в раннем послеоперационном периоде. А – дисекция БЦС. Б – интраоперационно дисекция общей сонной артерии
Figure 7. Dissection with partial thrombosis of the left common carotid artery in the early postoperative period. A – dissection of the brachiocephalic artery. B – intraoperative dissection of the common carotid artery.

При обнаружении расслоения экстракраниальных артерий, мы выполняем протезирование сонной и подключичной артерии (рис. 8).

А. Б.

Рисунок 8. Протезирование правой подключичной артерии, правой общей сонной артерии, левой общей сонной артерии, левой подключичной артерии. А – интраоперационное фото. Б – стернотомия и доступ к левой общей сонной артерии.
Figure 8. Prosthesis of the right subclavian artery, right common carotid artery, left common carotid artery, left subclavian artery. A – intraoperative photo. B – sternotomy and access to the left common carotid artery.

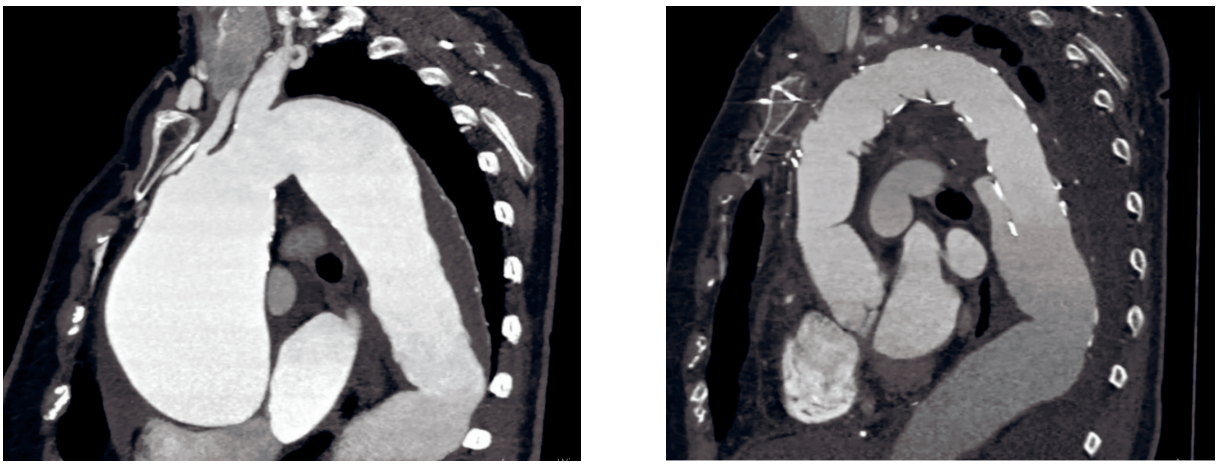
Результаты:

В нашей работе были оценены краткосрочные результаты. Госпитальный период составил от 13 до 28 суток. Госпитальная летальность составила 6% (2 пациента), причиной смерти у одного пациента явилась массивная тромбоэмболия легочной артерии, у второго пациента в раннем послеоперационном периоде был выявлен мезентериальный тромбоз. У 1 пациента в раннем послеоперационном периоде отмечалась транзиторная ишемическая атака с регрессией клиники в первые 24 часа (табл. 2).

Таблица 2. Осложнения.
Table 2. Complications.

ОНМК	0
Транзиторная ишемическая атака	1 (3%)
Спинальные осложнения	0
Эндолики	0
Мезентериальный тромбоз	1 (3%)
Тромбоэмболия легочной артерии	1 (3%)
Госпитальная летальность	2 (5.9%)

Всем пациентам была проведена контрольная компьютерная томография, по данным которой ни у одного пациента не было выявлено эндоликов и признаков транслокации гибридного стент-графта (рис. 9).



А. Б.

Рисунок 9. Вариант имплантации гибридного стент-графта. А – компьютерная томография до операции. Б – компьютерная томография после операции.
Figure 9. Variant of implantation of a hybrid stent graft. A – computed tomography before surgery. B – computed tomography after surgery.

Дискуссия

Техника хобот слона или операция Борста была описана автором 40 лет назад. Идея этой операции состоит в том, чтобы облегчить второй этап коррекции патологии аорты в торакоабдоминальном отделе во время первичной операции на дуге аорты [2]. В 1995 году в Стэндфордском университете была впервые описана методика эндоваскулярной коррекции торакоабдоминального отдела аорты после операции Борста, где хобот слона использовали как проксимальную зону крепления эндоваскулярного стентграфта[3]. Эта процедура послужила прообразом антеградной имплантации гибридного стентграфта в нисходящую аорту и была названа замороженным хоботом слона «frozen elephant trunk». Преимуществом этой новой процедуры стало то, что за одну операцию стало возможно стабилизировать стенку восходящей аорты дуги и части нисходящей аорты. К тому же дистальная часть стентграфта является удобной площадкой для фиксации как эндоваскулярного графта, так и для сосудистого протеза при необходимости дальнейшей коррекции торакоабдоминального отдела аорты [4]. С момента первого описания FET было предложено достаточно большое количество вариаций стент-графтов для этой операции. В 2019 году появилась возможность имплантировать отечественный стентграфт производства «МедИнж». В своём исследовании Б.Н. Козлов с соавторами показали хорошие результаты имплантации отечественного гибридного стент-графта[5]. В нашем исследовании большинству пациентов мы имплантировали стентграфт «МедИнж», несколько модифицировав его, оставляя только покрытый стент-графт.

Данная модификация позволяет выполнить имплантацию стентграфта по методике с одним единственным анастомозом, для этого аорта рассекается на 50% своего диаметра и стент-графт имплантируется в просвет аорты, затем ушивается непрерывным обвивным швом вместе с аортой [6]. Мы считаем, что наша методика имеет преимущества перед стандартной методикой FET. Наша техника позволяет проксимализировать зону посадки стент-графта, уменьшает риски кровотечения, уменьшает время циркуляторного ареста, что уменьшает риски неврологических осложнений.

В современной хирургии аорты рассматриваются рзличные варианты как артериальной перфузии так и техники имплантации гибридных стент-графтов [7,8,9]. Пациентам с неизмененной восходящей аортой и поражением дуги аорты, а так же при корригированном расслоении I типа по Дебейки мы используем методику «debrunching first», первым этапом операции выполняем выполняем полный дебраншинг, многобраншевым протезом по типу «Люпиа». Протез имплантируется в восходящую аорту, после чего поочередно протезируются все брахиоцефальные артерии начиная с левой подключичной артерии, это осуществляется на работающем сердце. Таким образом, получается так называемая «лысая дуга». Эта методика имеет ряд преимуществ: зону имплантации гибридного стент-графта можно сместить вплоть до зоны 0, что облегчает процесс имплантации; во время циркуляторного ареста нужно наложить всего один анастомоз, что значительно уменьшает время циркуляторного ареста; во время циркуляторного ареста осуществляется бисферальная перфузия головного мозга; данная методика не требует кардиоплегической остановки сердца, можно осуществлять полноценную перфузию сердца через многобраншевый протез имплантированный в восходящую аорту.

Пациентам с III типом расслоения аорты по Дебейки и пациентов с аневризмой дистальной дуги или аневризмой перешейка нет необходимости выполнять полный дебраншинг брахиоцефальных артерий. В этой ситуации мы используем Т – образный сосудистый протез. Один конец протеза используется для дебраншинга левой подключичной артерии, второй конец протеза пришивается в БЦС конец в бок, третий конец протеза используется для артериальной перфузии. Данная методика так же позволяет проксимализировать зону имплантации гибридного стентграфта в зону 2, позволяет использовать нашу методику имплантации гибридного стент-графта с использованием единственного анастомоза.

Некоторые авторы описывают методики канюляции аорты при расслоении с использованием эпиаортального ультразвукового сканирования, ультразвук используется для выявления истинного просвета и каннюляции в него[10]. Для артериальной перфузии мы используем брахиоцефальный ствол или аксилярную артерию, при помощи интраоперационного ультразвукового исследования мы контролируем состояние БЦС в области канюляции, при наличии расслоения в БЦС канюляцию производим в аксилярную артерию. Таким образом, артериальная перфузия осуществляется без рисков гипоперфузии и без рисков материальной эмболии.

Заключение: Учитывая удовлетворительные результаты имплантации гибридных стент-графтов у пациентов с различной патологией восходящей аорты дуги и нисходящей аорты, данная методика позволяет восстановить практически всю грудную аорту за один этап, а при необходимости вмешательства на торакоабдоминальном отделе, значительно облегчает второй этап.

Конфликт интересов:

Конфликта интересов у авторов нет.

Список сокращений

FET – frozen elephant trunk

БЦС – брихиоцефальный ствол

Информация об авторах

Марченко Андрей Викторович, доктор медицинских наук, заместитель главного врача по медицинской части федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии имени С.Г. Суханова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Пермь, Российская Федерация. E-mail: mammaria@mail.ru. ORCID 0000-0003-3310-2110.

**Мялюк Павел Анатольевич*, кандидат медицинских наук, врач сердечно-сосудистый хирург федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии имени С.Г. Суханова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Пермь, Российская Федерация.

Автор ответственный за переписку: *Мялюк Павел Анатольевич*
E-mail: mmk-@mail.ru ORCID 0000-0002-8343-2129 телефон: +79124915135

Петрищев Александр Александрович, врач анестезиолог-реаниматолог федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии имени С.Г. Суханова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Пермь, Российская Федерация.
E-mail: petrishev20008@gmail.com ORCID 0000-0002-7239-6273.

Красоткин Алексей Владимирович, заведующий отделением анестезиологии и реанимации федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии имени С.Г. Суханова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Пермь, Российская Федерация.
E-mail: KrasotkinAV@yandex.ru ORCID 0000-0003-2259-528X.

Белов Вячеслав Александрович, главный врач федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии имени С.Г. Суханова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Пермь, Российская Федерация. ORCID 0000-0002-220945-8208

Author Information Form

Marchenko Andrei V., MD, cardiovascular surgeon at the Federal Centre of Cardiovacular Surgery named after S.G. Sukhanov of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Perm, Russian Federation;

ORCID 0000-0003-3310-2110

Myalyuk Pavel A., PhD, cardiovascular surgeon at the Federal Centre of Cardiovacular Surgery named after S.G. Sukhanov of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Perm, Russian Federation;

ORCID 0000-0002-8343-2129

Petrishchev Alexey A. anesthesiologist at the Federal Centre of Cardiovacular Surgery named after S.G. Sukhanov of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Perm, Russian Federation;

ORCID 0000-0002-7239-6273.

Krasotkin Alexey V. cheef of department anesthesiology and intensive care at the Federal Centre of Cardiovacular Surgery named after S.G. Sukhanov of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Perm, Russian Federation; ORCID 0000-0003-2259-528X.

Belov Vyacheslav A. Director of Federal Centre of Cardiovacular Surgery named after S.G. Sukhanov of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Perm, Russian Federation; ORCID 0000-0002-220945-8208.

Список литературы

1. Марченко А.В., Мялюк П.А., Мусаев О.Г., Вронский А.С., Кадыралиев Б.К., Синельников Ю.С. Гибридный стент-графт в хирургии патологии аорты. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 2021; 5 (63): 431-437 [A.V. Marchenko, P.A. Myalyuk, O.G. Musaev, A.S. Vronskiy, B.K. Kadyraliev, Yu.S. Sinel'nikov. Hybrid stent graft in aortic surgery. 2021; 5 (63): 431-437/ (In Russ)]

https://doi.org/10.24022/0236-2791-2021-63-5-431-436

2. Borst H.G., Walterbusch G., Schaps D. Extensive aortic replacement using ''elephant trunk'' prosthesis. Thorac Cardiovasc Surg. 1983; 31: 37–40.

3. Fann JI., Dake M.D., Semba C.P., et al. Endovascular stent-grafting after arch aneurysm repair using the "elephant trunk". Ann Thorac Surg. 1995; 60(4): 1102–5.

4. Karck M., Chavan A., Hagl C., et al. The frozen elephant trunk technique: a new treatment for thoracic aortic aneurysms. J Thorac Cardiovasc Surg. 2003; 125: 1550–3.

5. Козлов Б.Н., Панфилов Д.С., Манвелян Д.В., Сондуев Э.Л., Затолокин В.В., Петлин К.А. Первые результаты хирургической реконструкции аорты с применением отечественного гибридного стент-графта «МедИнж». Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины. 2021; 36(1): 102-107 [Kozlov B.N., Panfilov D.S., Manvelyan D.V., Sonduev E.L., Zatolokin V.V., Petlin K.A. The first results of surgical reconstruction of the aorta using the domestic aortic hybrid stent-graft MedEng. The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine. 2021;36(1):102-107 (In Russ)]. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2021-36-1-101-107.

6. Attaran S., Safar M., Saleh H.Z., Field M., Kuduvalli M., Oo A. Cannulating a dissecting aorta using ultrasound-epiaortic and transesophageal guidance. Heart Surg Forum. 2011 Dec; 14(6): E373-5. doi: 10.1532/HSF98.20101170. PMID: 22167764.

7. Чернявский А.М., Ляшенко М.М., Сирота Д.А., Хван Д.С., Козлов Б.Н., Панфилов Д.С., Лукинов В.Л. Гибридные технологии при хирургическом лечении проксимальных расслоений аорты. Российский кардиологический журнал. 2018; (11): 8-13 [Chernyavsky A.M., Lyashenko M.M., Syrota D.A., Khvan D.S., Kozlov B.N., Panfilov D.S., Lukinov V.L. Hybrid technology in the surgical treatment of proximal aortic dissection. Russian Journal of Cardiology. 2018; (11): 8-13. (In Russ.)]. https://doi.org/10.15829/1560-4071-2018-11-8-13

8. Чарчян Э.Р., Брешенков Д.Г., Белов Ю.В. Выбор размера гибридного протеза при вмешательствах на грудной аорте. Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины. 2021; 36(1): 66-73. [Charchyan E.R., Breshenkov D.G., Belov Yu.V. Sizing of the hybrid stent-graft for the frozen elephant trunk procedure. The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine. 2021; 36(1): 66-73. (In Russ.)] https://doi.org/10.29001/2073-8552-2021-36-1-66-73

9. Мироненко В.А., Дарвиш Н.А., Гарманов С.В., Гордейчук Н.В. Протезирование восходящей аорты, дуги и брахиоцефальных артерий с использованием адаптивной перфузии у пациента с мальперфузией головного мозга. Российский журнал торакальной и сердечно-сосудистой хирургии. 2019; 61(6): 532-537 [Mironenko V.A., Darvish N.A., Garmanov C.V., Gordeychuk N.V., PROSTHESIS OF THE ASCENDING AORTA, ARCH AND BRACHIOCEPHALIC ARTERIES USING ADAPTIVE PERFUSION IN A PATIENT WITH BRAIN MALPERFUSION. Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. 2019; 61(6): 532-537]. https://doi.org/10.24022/0236-2791-2019-61-6-532-537

10. Tan SZCP., Lopuszko A., Munir W., Adams B., Bashir M. Aortic proximalization-Zone 0 versus Zone 2: A concept or true challenge? J Card Surg. 2021 Sep; 36(9): 3319-3325. doi: 10.1111/jocs.15730. Epub 2021 Jun 10. PMID: 34110057.