

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
РОССИЙСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ХИРУРГИИ
им. академика Б.В. ПЕТРОВСКОГО**

На правах рукописи

ХАЧАТРЯН ЗАРА РУБЕНОВНА

**ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ОБЪЕМА РЕКОНСТРУКЦИИ ДУГИ
АОРТЫ У БОЛЬНЫХ С РАССЛОЕНИЕМ АОРТЫ I ТИПА ПО
DEBAKEY**

14.01.26 – сердечно-сосудистая хирургия

**Диссертация на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук**

Научный руководитель:

член-корреспондент РАН, д.м.н.
Чарчян Эдуард Рафаэлович

Москва - 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений	3
Введение	4
Глава 1. Обзор литературы	9
1.1 Исторические и терминологические аспекты расслоения аорты	9
1.2 Анатомо-морфологическая характеристика аорты. Этиология, патогенез расслоения аорты	13
1.3 Классификация расслоения аорты	23
1.4 Естественный прогноз и показания к хирургическому лечению	24
1.5 Хирургическое лечение, его ближайшие и отдаленные результаты	25
Глава 2. Материалы и методы клинического исследования	37
2.1 Характеристика клинического материала, методы обследования	37
2.2 Характеристика выполненных операций и интраоперационная тактика	48
2.3 Характеристика послеоперационного контроля за оперированными пациентами, методы статистической обработки результатов	56
Глава 3. Общие принципы хирургической техники и обеспечения вмешательств Elephant Trunk и Frozen Elephant Trunk при расслоении аорты I типа по DeBakey	59
3.1 Подключение искусственного кровообращения. Защита головного мозга и висцеральных органов	59
3.2 Особенности гемостаза и принципы формирования дистального анастомоза при операциях Elephant Trunk и Frozen Elephant Trunk	62
3.3 Модификация дистального анастомоза при операции Elephant Trunk	64
3.4 Проксимализация дистального анастомоза	66
3.5 Выбор оптимального объема вмешательства на дуге аорты при расслоении аорты I типа по DeBakey	69
3.6 Особенности выполнения и специфические осложнения гибридных операций типа Frozen Elephant Trunk	83
Глава 4. Ранние и среднеотдаленные результаты лечения расслоения аорты I типа по DeBakey. Факторы риска сохраненного кровотока в ложного канала и отрицательного ремоделирования аорты	96
4.1 Ближайшие результаты лечения расслоения аорты I типа по DeBakey	96
4.2 Среднеотдаленные результаты лечения расслоения аорты I типа по DeBakey	103
4.3 Оценка состояния ложного канала и ремоделирования аорты в раннем и среднеотдаленном послеоперационном периоде	109
4.4 Факторный анализ. Предикторы сохраненного кровотока в ложном канале и отрицательного ремоделирования	125
4.5 Оценка качества жизни пациентов в среднеотдаленном периоде	130
Заключение	133
Выводы	153
Практические рекомендации	154
Список литературы	156

Список использованных сокращений

- АКШ – аортокоронарное шунтирование
 БиПГМ – бигемисферальная перфузия головного мозга
 БЦВ – брахиоцефальные ветви
 БЦС – брахиоцефальный ствол
 ВоА – восходящая аорта
 ИВЛ – искусственная вентиляция легких
 ИБС – ишемическая болезнь сердца
 ИК – искусственное кровообращение
 ИМ – ишемия миокарда
 ЛП – левое предсердие
 МКШ – маммарокоронарное шунтирование
 МоноПГМ – моногемисферальная перфузия головного мозга
 МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография
 НГА – нисходящая грудная аорта
 НПА – наружная подвздошная артерия
 ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения
 ОБА – общая бедренная артерия
 ОБВ – общая бедренная вена
 ОПА – общая подвздошная артерия
 ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии
 ОСА – общая сонная артерия
 ОФВ1 – объем форсированного выдоха за 1 секунду
 ПАК – протезирование аортального клапана
 ПкЛА – подключичная артерия
 СКФ – скорость клубочковой фильтрации
 СТГ – синотубулярный гребень
 ТИА – транзиторная ишемическая атака
 УЗИ – ультразвуковое исследование
 ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких
 ФКАК – фиброзное кольцо аортального клапана
 ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь лёгких
 ХБП – хроническая болезнь почек
 ЦА – циркуляторный арест
 ЧП ЭхоКГ – чреспищеводная эхокардиография
 ЭКГ – электрокардиограмма
 ЭКС - электрокардиостимулятор
 ЭхоКГ – эхокардиография
 dSINE – distal stent-induced new entry (дистальный стент-ассоциированный надрыв интимы)
 ET – операция Elephant Trunk («Хобот Слона»)
 FET – операция Frozen Elephant Trunk («Замороженный Хобот Слона»)
 ROI – region of interest, компьютерная томография с анализом области интереса.
 TEVAR – thoracic endovascular aortic repair (эндоваскулярное лечение грудного отдела аорты)
 Th – грудной позвонок

Введение.

Актуальность проблемы

Расслоение аорты является одной из наиболее опасных патологий в современной сердечно-сосудистой хирургии. По данным проекта Global Burden Disease, мировая летальность при аневризме или расслоении аорты достигает 2,78 случаев на 100.000 населения в год (в 1990г она составляла 2,49 случаев на 100.000 населения) (Sampson U.K., 2014). Согласно различным исследованиям заболеваемость расслоением аорты составляет 2-3,5 случаев на 100.000 населения в год (Anagnostopoulos C.E., 1975; Giujusa T., 1994; Kurland L.T., 1970; Meszaros I., 2000; Fuster V., 1994; Clouse W.D., 2004; Hiratzka L.F., 2010).

Естественное течение расслоения аорты I типа по DeBakey связано с крайне высокой летальностью. В 40% случаев смерть наступает непосредственно в момент манифестации расслоения, далее при поражении проксимальных отделов аорты летальность нарастает со скоростью 1% в час и к концу первой недели достигает 80-94%. Из перенесших острый период пациентов с расслоением всей аорты, 5-летняя выживаемость без хирургического лечения составляет 10-15% (Anagnostopoulos C.E., 1972; Green G.R., 2003).

Несмотря на значительный прогресс операционной техники, анестезиологического и перфузионного обеспечения, успешное первичное вмешательство на проксимальных отделах аорты не дает абсолютной гарантии свободы от дополнительных операций и риска осложнений и летальности в отдаленном периоде ввиду наличия расслоения на всем протяжении аорты. По данным различных авторов повторное вмешательство требуется 20-30% больных с расслоением всей аорты (в течение $4,7 \pm 2,8$ лет после первой операции) (Gariboldi V., 2007). В настоящее время прогнозирование вероятности развития тромбоза ложного канала в зависимости от гемодинамических параметров аорты и выполненной реконструкции является ключевым вопросом при выборе тактики лечения, однако в литературе

отсутствуют четкие критерии отбора больных для того или иного варианта вмешательства с учетом ближайших и отдаленных результатов лечения.

Вне зависимости от выбора того или иного метода лечения расслоения аорты I типа по DeBakey, проблема оценки отдаленных результатов лечения данной группы пациентов чрезвычайно актуальна. Тщательное исследование состояния истинного и ложного каналов аорты и анатомо-патофизиологических особенностей ее пораженных участков является одним из ключевых вопросов на до- и послеоперационном этапах лечения больных с расслоением всей аорты. Оно позволит определить критерии отбора больных на тот или иной вариант вмешательства (гибридного или хирургического), разработать протокол гибридного лечения (этапного или одномоментного) и, как итог, снизить необходимость многоэтапного хирургического лечения и, как следствие, периоперационную летальность и частоту осложнений.

Цель исследования:

Разработать принципы эффективного хирургического и гибридного лечения больных с расслоением I типа DeBakey, позволяющие улучшить отдаленные результаты лечения и уменьшить частоту повторных и этапных хирургических вмешательств на аорте.

Задачи исследования:

1. Изучить влияние анатомо-морфологических параметров каналов расслоенной аорты (с определением уровня и размера всех фенестраций до и после выполнения реконструкции) на выбор метода хирургического лечения пациентов с расслоением всей аорты.
2. Провести сравнительный анализ ближайших результатов различных объемов реконструкций дуги аорты.
3. Проведя топографо-анатомическое и патофизиологическое обоснование, рассчитать вероятность тромбоза ложного канала аорты в зависимости от типа выбранной хирургической или гибридной реконструкции.

4. Изучить факторы, влияющие на проходимость ложного канала аорты в нисходящем грудном и брюшном отделах и на отрицательное ремоделирование аорты дистальнее первичной реконструкции.
5. На основании полученных результатов разработать протокол эффективного (хирургического или гибридного) лечения больных с расслоением всей аорты.

Научная новизна и практическая ценность работы

В настоящее время не существует единого алгоритма отбора больных, который позволил бы с высокой долей вероятности прогнозировать достижение максимального эффекта вмешательства без необходимости проведения повторных операций на дистальных сегментах аорты у пациентов с расслоением I типа по DeBakey.

Впервые в России проведен сравнительный анализ ранних и среднеотдаленных результатов гибридных и открытых (как проксимальных, так и радикальных) реконструкций на грудной аорте при ее расслоении I типа по DeBakey с подробным плани- и волюметрическим анализом данных компьютерной томографии аорты в динамике. На основании оценки результатов хирургического лечения 78 пациентов с расслоением I типа по DeBakey доказана целесообразность выполнения именно радикальных вмешательств по типу Elephant Trunk и Frozen Elephant Trunk при расслоении всей аорты, рассмотрены преимущества и недостатки применения различных вариантов радикальных вмешательств.

Впервые в стране разработаны четкие критерии для проведения как одномоментного (открытого или гибридного), так и этапного хирургического лечения данной категории больных в зависимости от стадии расслоения, размеров и локализации дистальных фенестраций, а также периоперационных рисков. Представленный протокол выбора тактики лечения данной тяжелой категории пациентов внедрен в практику отделения хирургии аорты и ее ветвей ФГБНУ «РЦНХ им. акад. Б.В. Петровского».

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Выбор оптимального варианта хирургического лечения расслоения аорты I типа по DeBakey зависит от стадии расслоения, наличия признаков мальперфузии, размеров и локализации фенестраций в дуге и нисходящей грудной аорте, а также сопутствующей патологии.
2. Радикальные вмешательства Elephant Trunk и Frozen Elephant Trunk при расслоении всей аорты не ассоциированы с более высокими периоперационными рисками по сравнению с проксимальными реконструкциями, даже в острую стадию расслоения.
3. Радикальные операции по методике Elephant Trunk и Frozen Elephant Trunk ассоциированы с достоверно более высокой вероятностью развития тромбоза ложного канала в нисходящей грудной аорте и меньшим риском отрицательного ремоделирования аорты в среднеотдаленном послеоперационном периоде по сравнению с проксимальными реконструкциями.
4. При корректном отборе хирургическое лечение пациентов с расслоением всей аорты методом Elephant Trunk позволяет достичь сопоставимых с гибридными вмешательствами результатов.

Внедрение результатов исследования в практику

Результаты исследования внедрены в работу отделения хирургии аорты и её ветвей ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского» и широко применяются при лечении пациентов с расслоением всей аорты.

Апробация диссертации

Диссертационная работа апробирована 21 декабря 2017 года на объединенной научной конференции кардиохирургических отделений ФГБНУ «РНЦХ им. академика Б.В. Петровского».

Достоверность полученных результатов подтверждается достаточной

репрезентативностью клинического материала: выполнен анализ хирургического лечения 78 пациентов с расслоением всей аорты с 2009 по 2017 годы. Полученные в диссертационной работе положения и выводы основаны на результатах современного статистического анализа.

Материалы диссертации доложены на XXI и XXII Ежегодных Сессиях Научного Центра Сердечно-Сосудистой Хирургии им. А.Н. Бакулева (Москва, 2015 г. и 2016 г.), на XX Аортальном Симпозиуме Хьюстона (The Houston Aortic Symposium. Frontiers in Cardiovascular Diseases. The Tenth in the Series, 2017г.) и на Национальном Хирургическом Конгрессе совместно с XX Юбилейным Съездом Общества Эндоскопических Хирургов России (2017г.).

Публикации

По материалам исследования опубликовано 11 печатных работ, из них 7 научных статей (среди которых 5 - в журналах, рекомендованных ВАК РФ).

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 181 странице машинописного текста, состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы, который включает в себя 257 источников (22 отечественных и 235 зарубежных). Работа содержит 13 таблиц и иллюстрирована 49 рисунками.

Глава 1. Обзор литературы

1.1. Исторические и терминологические аспекты расслоения аорты

«25 октября 1760 Он встал в шесть часов утра, выпил чашку шоколада; все Его действия были неизменны и методичны. В четверть восьмого Он направился в уборную. Камердинер, услышав шум, нашел Его Величество лежащим мертвым на полу». Frank Nicolls, будучи личным врачом Короля Великобритании Георга II, при аутопсии выявил расслоение восходящего отдела и дуги аорты с ее разрывом в полость перикарда. Так Nicolls, наряду с G.B. Morgagni, стал одним из первых ученых, кто столь точно и подробно описал патоморфологическую картину расслоения аорты (Nicholls F., 1761; Criado F.J., 2011). Значительно позже, 1819 г., Rene Laennec ввел термин «расслаивающая аневризма аорты», который был в дальнейшем заменен двумя отдельными понятиями: «аневризма аорты» и «расслоение аорты» (термины, которые еще в 1802г. предлагал J. Mannoir и которые, ввиду непоколебимого авторитета Laennec, не были поддержаны мировым научным сообществом) (Leonard J.C., 1979; Mannoir J.P., 1802). Другой вариант острого аортального синдрома – интрамуральная гематома, был впервые описан Erringer в 1885 г. (Erringer H., 1885). Связь между синдромом Марфана и расслоением аорты была предложена в 1943г. Etter и Glover (Etter L.E., 1943). Первые масштабные описания патологии на макро- и микроскопическом уровне были опубликованы в 1934г. Shennen (300 случаев расслоения аорты) и Hirst в 1958г. (505 случаев) (Shennan T., 1934; Hirst A.E., 1958).

Учеными предпринимались многочисленные попытки хирургического лечения патологии аорты, начиная от проксимального и дистального лигирования ее патологического сегмента, до фенестрирования интимы подвздошной артерии с целью восстановления кровотока в ишемизированной нижней конечности (Gurin, 1935). В дальнейшем “фенестрация” как метод реперфузии был популяризирован Shaw и соавт (Shaw R.S., 1995). Значительный вклад в понимание патофизиологии и ведения пациентов с мальперфузией ввиду сдавления истинного канала при расслоении аорты

внесли Hunter и соавторы (Hunter J.A., 1976). Однако радикальное хирургическое лечение расслоения аорты стало возможным лишь с момента создания аппарата искусственного кровообращения. Работы по созданию подобного аппарата велись во многих странах мира выдающимися учеными: Брюхоненко в СССР (еще в 1924 г. он представил образец своего аппарата, который он назвал автожектором и который «был изначально предназначен для изучения действия некоторых веществ и условий на вегетативный центр мозга при одновременном исключении действия на остальной организм»), Crafoord в Швеции, Jongbloed в Голландии, Gibbon, Dennis и Dodrill в США и Digliotti и соавт. в Италии (Бокерия Л.А., 1997; Johnson S.L., 1970). Первый успешный опыт хирургического лечения с использованием аппарата искусственного кровообращения выполнил J.Gibbon в 1953 г. (Romaine-Davis A., 1991).

Огромным прорывом в лечении патологии аорты стало создание и внедрение в практику синтетических протезов. Так с момента разработки в 1957 г. Julian и в 1958г. DeBaкеу дакроновые протезы претерпели ряд усовершенствований, однако именно их прототипы (с нулевой порозностью) используются в настоящее время (Julian O.C., 1952; DeBaкеу M.E., 1958). Первым значимым шагом в лечении расслоения аорты стала публикация M. DeBaкеу и соавт. опыта радикального хирургического лечения расслоения грудной аорты у 6 пациентов с расслоением грудной аорты (DeBaкеу M.E., 1955). В то же время, ввиду высокой операционной летальности у данной группы пациентов, M. Wheat предложит медикаментозное лечение расслоения аорты, которое, несмотря на значимо меньший эффект, позволяло достичь относительной стабилизации патологического процесса (Wheat M.W.Jr., 1965).

Начиная с 1950-х годов хирургия аорты набирает все большие обороты: M.DeBaкеу, D.Cooley и S.Crawford и соавт. (так называемая Хьюстонская группа) систематически разрабатывают операции резекции с последующим протезированием восходящего отдела аорты (супракоронарное протезирование) (Cooley D.A., 1956), нисходящей грудной и

торакоабдоминальной аорты (DeBakey M.E., 1956). Так, именно Хьюстонская группа впервые выполнила резекцию и протезирование гомографтом дуги аорты с использованием искусственного кровообращения в 1957г. В 1963г. Starr и соавт. представили пример успешного раздельного протезирования аортального клапана и восходящего отдела аорты (Westaby S., 2007). Годом позже Wheat описал случай протезирования восходящей аорты, включая ее синусы, с последующей имплантацией коронарных артерий методом «кнопки» (Wheat M.W.Jr., 1964). В 1968г. Н. Bentall и А. DeBono представили метод протезирования аортального клапана и восходящего отдела аорты единым кондуитом с имплантацией коронарных артерий по тому же методу «кнопки» (Bentall H., De Bono A., 1968). Позже были разработаны клапансберегающие техники: операция David в 1992г. (классическая методика реимплантации аортального клапана в протез восходящей аорты) и ее модификации, а также операция Yacoub в 1993г. (ремоделирование аортального клапана) (David T.E., 1992; Yacoub M., 1983).

Одновременно с этим разрабатывались и совершенствовались методы защиты миокарда, головного мозга и висцеральных органов, без которых проводимые в настоящее время сложные реконструкции аорты не были бы возможны. Так, в середине 1970-х Borst и Grieppe внедрили в хирургическую практику методику глубокой гипотермии (Grieppe R.B., 1975; Borst H.G., 1964). Несмотря на очевидные достоинства метода (протективное действие, а также удобство выполнения реконструкций при «сухом» операционном поле), вскоре были отмечены ряд недостатков глубокой гипотермии, а именно ряд специфических осложнений (коагулопатия, полиорганная недостаточность, системный воспалительный ответ). При этом они обусловлены не столько непосредственно гипотермией, сколько длительным согреванием и, как следствие, продленным искусственным кровообращением (Haverich A., 2003). Все это заставило ученых искать альтернативные методы защиты головного мозга. Еще в 1956-1957 годах были опубликованы несколько примеров успешного применения нормотермической антеградной перфузии головного

мозга через обе сонные артерии (в том числе путем их прямой канюляции), однако методика не приобрела популярности ввиду высокой частоты неврологических осложнений вследствие эмболии (Cooley D.A., 1956; DeBaakey M.E., 1957). Однако настоящим прорывом в хирургии грудной аорты стала представленная в 1986 году D. Guilmet и J. Bachet в Европе и T. Kazui в Японии методика антеградной перфузии головного мозга, которая позволила значительно снизить частоту послеоперационных неврологических осложнений (Guilmet D., 1986; Kazui T., 1986).

Все перечисленные разработки послужили стимулом для развития реконструктивной хирургии грудной аорты. Вдобавок к протезированию полудуги и тотальному протезированию дуги аорты, в 1983 году H. Borst представил мировому сообществу новую методику протезирования дуги аорты по методике «хобот слона», которая значительно облегчила двухэтапное радикальное лечение патологии всей аорты (Borst H.G., 1983). Также невозможно недооценить вклад отечественных ученых, в частности Н. Володосья, который впервые в мире в начале 1980-х годов разработал Z-образные стенты аорты с покрытием и без него, а в 1987г. впервые в мире имплантировал стент-графт пациенту с посттравматической аневризмой перешейка аорты (Criado F.J., 2012). Н. Володосья является основоположником современной эндоваскулярной хирургии аорты. Логическим следствием дальнейшей разработки вариантов лечения патологии аорты стало объединение открытой хирургической и эндоваскулярной методик. Так в начале 1990-х Suto и Kato внедрили в хирургическую практику операции «замороженного хобота слона» (Frozen Elephant Trunk), а Buth и соавторы в 1998 впервые опубликовали свою работу по методике аортального дебринга с последующим стентированием (Kato M., 1996; Buth J., 1998). Неоценимый вклад в становление и развитие традиционного и гибридного лечения расслоения всей аорты в Российской Федерации внесли Белов Ю.В., Акчурин Р.С., Козлов Б.Н., Чернявский А.М. и другие (Акчурин Р.С., 2011, 2016; Белов Ю.В., 2006, 2013, 2016; Козлов Б.Н., 2015, 2016, 2017; Чернявский

А.М., 2015, 2016; Соколов В.В., 2016).

Прогресс хирургической техники и используемых материалов, перфузиологического и анестезиологического ведения, наряду с открытиями в диагностике и терапевтическом пособии обеспечили настоящий прорыв в лечении пациентов с расслоением аорты. В настоящее время целью работы междисциплинарной команды врачей является не просто спасение жизни пациента с расслоением аорты I типа, но обеспечение наиболее высокого качества жизни в послеоперационном периоде путем снижения рисков повторных и этапных вмешательств, осложнений и увеличения продолжительности жизни данной тяжелой группы больных.

1.2. Анатомо-морфологическая характеристика аорты. Этиология, патогенез расслоения аорты

Аорта относится к группе артерий эластического типа, которые характеризуются выраженным развитием в их средней оболочке эластических структур. Такое строение сосуда обусловлено тем, что кровь по аорте протекает под высоким давлением и с высокой скоростью. Стенка аорты состоит из трех слоев: интимы, меди и адвентиции.

Внутренняя оболочка (интима) включает эндотелий, субэндотелиальный слой, а также сплетение эластических волокон. Эндотелий аорты представлен однослойным эпителием, причем на всем протяжении сосуда размеры и форма клеток различна. Субэндотелиальный слой, который составляет около 15% толщины стенки аорты, состоит из рыхлой тонкофибриллярной соединительной ткани. Под субэндотелиальным слоем располагается густое сплетение эластических волокон – внутренняя эластическая мембрана. В межклеточном веществе интимы содержится большое количество гликозаминогликанов и фосфолипидов, основное аморфное вещество играет большую роль в трофике стенки сосуда и изменении проницаемости сосуда.

Средняя оболочка (медиа) состоит из большого количества эластических окончатых мембран, которые связаны между собой эластическими волокнами, образуя таким образом единый эластический каркас вместе с эластическими структурами других оболочек. Между мембранами интимы залегают гладкие мышечные клетки. Подобное строение средней оболочки аорты обеспечивает ее растяжимость и эластичность, смягчая толчки крови в систолу левого желудочка, а также обеспечивая поддержание тонуса сосудистой стенки во время диастолы.

Наружная оболочка (адвентиция) состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани с большим количеством коллагеновых и эластических волокон, там же располагаются питающие сосуды и нервные окончания. Адвентиция предохраняет аорту от перерастяжения и разрывов (Афанасьев Ю.И., 2012).

Анатомически аорта делится на несколько отделов: восходящий отдел, который представлен корнем аорты (включает фиброзное кольцо аортального клапана, собственно створки аортального клапана, синусы Вальсальвы и синотубулярное сочленение) и тубулярной частью (от синотубулярного сочленения до устья брахиоцефального ствола). В норме диаметр аорты на уровне синусов Вальсальвы на 15-20% превышает ее диаметр на уровне синотубулярного сочленения (Kunzelman K.S., 1994). Далее в аорте выделяют дугу (от устья брахиоцефального ствола включительно до перешейка аорты), нисходящий грудной (от перешейка до диафрагмы) и брюшной (от уровня диафрагмы) отделы.

Понятие “нормального диаметра” аорты было введено в 1991г. Обществом Сосудистых хирургов, тогда же были выявлены факторы, определяющие нормальный диаметр аорты, а именно пол, возраст, масса и площадь поверхности тела, к ним также относятся и уровень аорты, метод измерения ее диаметра, а также его различные режимы исследования (Johnston K.W., 1991). Помимо этого, доказано, что аорта увеличивается на протяжении жизни человека со скоростью от 0,12 до 0,29 мм в год на всех уровнях

(Hannuksela M., 2006), более того, разница в диаметре, отмеченная между женщинами и мужчинами, со временем практически полностью нивелируется.

Таблица 1.1.

Нормальные размеры грудной аорты

(Среднее арифметическое значение и среднеквадратическое отклонение) (Hannuksela M., 2006)

Отдел аорты		Диапазон опубликованных в литературе нормальных значений (М, см)	Опубликованные в литературе среднеквадратические отклонения (σ, см)	Метод измерения
Корень аорты	Женщины	3,50-3,72	0,38	МСКТ
	Мужчины	3,63-3,91	0,38	МСКТ
Восходящая аорта		2,86	-	Рентгенография
Средняя НГА	Женщины	2,45-2,64	0,31	МСКТ
	Мужчины	2,39-2,98	0,31	МСКТ
На уровне диафрагмы	Женщины	2,40-2,44	0,32	МСКТ
	Мужчины	2,43-2,69	0,27-0,40	МСКТ, аортография

Определение и правильная оценка диаметра аорты на всех ее уровнях является ключевым аспектом в диагностике рисков развития ее расслоения или разрыва. Тем не менее, у пациентов с рядом генетических синдромов, характеризующихся дисплазией соединительной ткани, расслоение и разрыв аорты может произойти и при нормальном ее диаметре. С целью проведения более индивидуализированной и точной оценки размеров аорты у синдромальных пациентов (например при синдроме Марфана, бicuspidальном аортальном клапане), рассчитывается ее индекс по отношению к росту пациента (Hiratzka L.F., 2010).

Расслоение аорты (Рис.1.1) – разрыв интимы и медики с проникновением крови в толщу стенки аорты и образованием патологического «ложного» канала; при этом расслоение может распространяться как антеградно по отношению к зоне надрыва интимы (проксимальной фенестрации), так и ретроградно. Оно может затрагивать ветви аорты, вызывая мальперфузию жизненно важных органов, ишемию нижних конечностей, привести к развитию недостаточности аортального клапана, тампонады сердца и самому грозному осложнению – разрыву аорты, при котором летальность достигает 97% (Meszaros I., 2000; Johansson G., 1995; Masuda Y., 1996).

Ранее в литературе использовался термин «расслаивающаяся аневризма аорты», в настоящее время он считается некорректным, так как расслоение может происходить как при наличии аневризмы данного участка аорты, так и без нее. Расслоение аорты, наряду с пенетрирующей аортальной язвой и интрамуральной гематомой, входит в триаду «острого аортального синдрома». Несмотря на различные патоморфологические особенности данных трех состояний, при поражении проксимальных отделов аорты они ассоциированы с равными рисками развития жизнеугрожающих осложнений и объединены схожей тактикой лечения, требуя радикального хирургического вмешательства.

Интрамуральная гематома аорты (Рис.1.1) (10-20% случаев острого аортального синдрома), которая считается предшественником ее расслоения, развивается в результате разрыва *vasa vasorum* в среднюю оболочку и развития инфаркта ее стенки с пропитыванием геморрагическим содержимым (O'Gara P.T., 1995; Nienaber C.A., 2002). Чаще всего (50-85% случаев) интрамуральная гематома развивается в нисходящей грудной аорте (Yacoub M.H., 1998; Maraj R., 2000; Moizumi Y., 2004). Ее естественное течение во многом схоже с классическим расслоением, единственным исключением является частота обратного развития процессов: при интрамуральной гематоме она достигает 10%, в то время как при расслоении аорты

практически не встречается (O'Gara P.T., 1995; Vilacosta I., 1997; Shimizu H., 2000). Конверсия в классическое расслоение аорты происходит в 3-14% случаев при расположении гематомы в нисходящей грудной аорте и в 11-88% случаев при ее локализации в восходящем отделе аорты (Choi S.H., 2001; Murray J.G., 1997; Moriyama Y., 1998). Отдаленные результаты согласно данным ряда авторов указывают на сравнительно лучшую 1-, 2- и 5-летнюю выживаемость при интрамуральной гематоме по сравнению с классическим расслоением аорты (90, 90 и 90% vs 67, 66 и 62%) при расслоении А типа (Kaji S., 2003), другие авторы указывают, что 2-летняя летальность при остром расслоении А типа и интрамуральной гематоме А типа одинакова (Song J.K., 2001).

Пенетрирующая аортальная язва (Рис.1.1) представляет собой состояние, при котором изъязвление атеросклеротической бляшки приводит к пенетрации внутренней эластической пластинки в медию. Данное состояние также сопровождается геморрагическим пропитыванием медики той или иной степени выраженности. Анатомически пенетрирующие язвы выявляются в сегментах аорты, наиболее предрасположенных к атеросклеротическому поражению, т.е. в нисходящей грудной и брюшной аорте (до 90% случаев) (Cho K.R., 2004). На тангенциальном срезе они напоминают грибоподобные выпячивания просвета аорты, аналогичные язвам, выявляемым при рентгенконтрастном исследовании желудка. Как правило пенетрирующие язвы аорты развиваются у пациентов старшей возрастной группы (65 лет и более) с длительной артериальной гипертензией и мультифокальным атеросклерозом и сопровождаются умеренным болевым синдромом в области груди или между лопаток без признаков мальперфузии, несколько реже они протекают бессимптомно или лишь с признаками дистальных микроэмболий (Harris J.A., 1994).

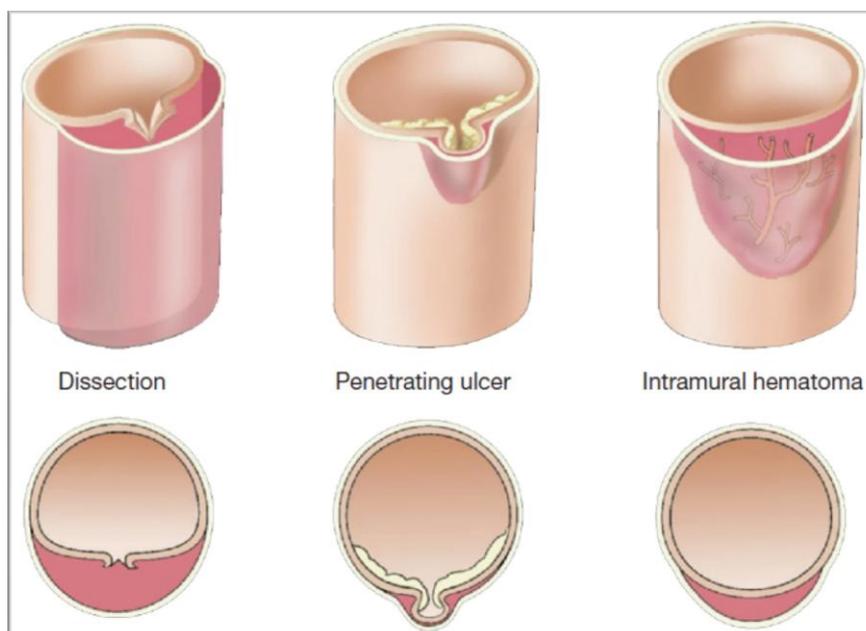


Рисунок 1.1. Варианты острого аортального синдрома. Dissection – расслоение, Penetrating ulcer – пенетрирующая язва, Intramural hematoma – интрамуральная гематома. (Elefteriades JA, 2008)

Существуют различные теории возникновения расслоения аорты, однако наиболее популярной является гипотеза о развитии расслоения ввиду дегенерации меди (Wheat M.W., 1987). Известно, что в ходе сердечного цикла наибольшая нагрузка (пульсовое давление) приходится на участки аорты, расположенные на изгибах по большой кривизне, таким образом чаще всего надрыв интимы происходит по передне-правой поверхности восходящего отдела аорты над синотубулярным гребнем, а также в области перешейка аорты. Таким образом, различные факторы риска могут способствовать повышению пульсового давления в общем (артериальная гипертензия, кокаин, weight-lifting) или перераспределению потоков крови в восходящей аорте (бicuspidальный аортальный клапан), другая же группа факторов риска ассоциирована непосредственно с патологией структуры аорты, предрасполагающей к развитию дегенерации меди (дисплазия соединительной ткани, воспалительные заболевания аорты, атеросклероз и др.) (O’Gara P.T., 1995).

Факторы, ассоциированные с повышенным давлением на стенку аорты:

- артериальная гипертензия (эссенциальная и вторичная)
- коарктация аорты
- употребление кокаина
- weight-lifting
- травма

Факторы, связанные с нарушениями структуры стенки аорты:

а) Генетически опосредованные:

- генетические синдромы, ассоциированные с дисплазией соединительной ткани (синдромы Марфана, Элерса-Данло, Льюси-Дитса и др.)
- бicuspidальный аортальный клапан
- семейные формы расслоения аорты

б) Воспалительного генеза:

- инфекционное поражение аорты (сифилис, золотистый стафилококк, эпидермальный стафилококк, стрептококк)
- неспецифический аортоартериит (артериит Такаясу, гигантоклеточный артериит)

в) Другие:

- атеросклероз
- беременность
- поликистоз почек
- ранее перенесенные кардиохирургические вмешательства
- ятрогенное повреждение стенки аорты
- постоянный прием кортикостероидов или иммуносупрессоров

Частота выявления того или иного фактора риска варьирует в зависимости от пола и возраста пациента. Согласно IRAD (International Registry of Acute Aortic Dissection), при сравнительном анализе пациентов в возрасте менее 40 лет и больных старше 40 лет выявлено, что в первой группе предшествующая расслоению артериальная гипертензия и атеросклероз

наблюдалась значительно реже (34 vs 72% и 1 vs 30% соответственно), в то время как синдром Марфана (50% vs 2%) и бicuspidальный аортальный клапан (9 vs 1%) в группе молодых пациентов встречались чаще (Januzzi J.L., 2004). Пол пациентов также оказывают влияние на вероятность развития описываемой патологии. В частности мужчины подвержены расслоению аорты в большей степени (65,3%), при этом среди женщин расслоение развивается в более позднем возрасте (67,9 vs 60,6%) и ассоциировано с более тяжелым течением и высокой периоперационной летальностью (33,5 vs 24,1%) (Hagan P.G., 2000).

С точки зрения оценки рисков, определения хирургической тактики, а также анализа ближайших и отдаленных результатов лечения, необходимо выделить особую группу пациентов с генетически опосредованной дисплазией соединительной ткани. Известно, что патология аорты у данных пациентов носит прогрессивный характер и зачастую требует этапного радикального лечения, связанного с более высокой периоперационной летальностью.

Синдром Марфана – наиболее частый генетический синдром в группе дисплазий соединительной ткани, характеризуется аутосомно-доминантным типом наследования, а в 25% случаев развивается первично в результате спорадической мутации. Болезнь названа в честь французского педиатра A. Marfan, впервые описавшего фенотип и симптомы заболевания у пятилетней девочки. Ген FBN-1, который вызывает патологию, был открыт значительно позже - в 1991г. F. Ramirez в центре Mount Sinai (Нью-Йорк, США). В настоящее время известно более 600 мутаций гена FBN1, кодирующего синтез фибрина-1 - крупного гликопротеина, продуцируемого клетками и хранящегося в микрофибриллах эластических волокон (Dietz H.C., 1995). Практически у всех пациентов в том или ином возрасте диагностируют расширение или аневризму аорты, к другим манифестациям генетического синдрома относятся патологию клапанов сердца (часто первичный пролапс митрального клапана, или миксоматозное поражение клапанов), дефекты костно-суставной системы в виду избыточной длины конечностей,

арахнодактилии, искривления позвоночника, деформации грудной клетки (воронкообразная или килевидная грудная клетка), гипермобильность суставов, высокое "готическое" небо, неправильный прикус, деформации пальцев стоп и многое другое. Также для данной группы пациентов характерна миопия тяжелой степени, у 80% из них развивается вывих или эктопия хрусталика (van Karnebeek C.D., 2001; Loeys B.L., 2006). Диагноз СМ ставится согласно Гентским критериям (2010), основывающимся на комбинации больших и малых диагностических критериев (симптомов) в нескольких органах и системах (Loeys B.L., 2010).

Синдром Льюиса-Дитса – аутосомно-доминантный синдром, вызванный мутацией в гене, синтезирующем рецепторы трансформирующего фактора роста белка (Loeys B.L., 2006; Singh K.K., 2006; Loeys B.L., 2005). Необходимо отметить, что несмотря на наличие аутосомно-доминантного наследования, до 75% случаев развития синдрома связаны с новой мутацией и, следовательно, встречаются у пациентов без отягощенного семейного анамнеза. Синдром включает в себя триаду главных признаков: орбитальный гипертелоризм, волчью пасть или раздвоенный небный язычок и патологическую извитость сосудов, аневризмы аорты (аневризмы корня аорты в 98% случаев) и крупных сосудов. Помимо этого для патологии характерны сколиоз, деформация грудной клетки, камптодактилия (контрактуры пальцев кистей и стоп), гипермобильность суставов, преждевременное закрытие швов костей черепа, различные врожденные пороки сердца, мальформация Арнольда-Киари и другое. Во многом патология напоминает синдром Марфана, однако со стороны сердечно-сосудистой системы синдром Льюиса-Дитса ассоциирован с более тяжелой и быстрее прогрессирующей патологией. Так, если у пациентов с синдромом Марфана средняя скорость увеличения диаметра аорты составляет 0,5-1 мм/год, то при синдроме Льюиса-Дитса она достигает 10 мм/год, при этом средняя продолжительность жизни у пациентов составляет 26 лет (Loeys B.L., 2006; Albornoz G., 2006; Kuzmik G.A., 2012; Detaint D., 2014; Pepin M., 2000).

Синдром Элерса-Данло, сосудистый IV тип - редкая аутосомно-доминантная генетическая патология (1 случай на 100 000 населения), связанная с дефектом в синтезе коллагена III типа. Всего с 1997 в данный синдром входят 6 типов, несмотря на то, что в литературе встречаются и другие единичные варианты синдрома. Сосудистый (IV) тип является наиболее опасным вариантом синдрома с ожидаемой продолжительностью жизни равной 48 годам, при этом зачастую расслоение у пациентов развивается при нормальном или незначительно увеличенном диаметре аорты. К основным признакам, помимо аневризм и расслоения аорты, относятся хрупкость стенок сосудов и, как следствие, склонность к кровоизлияниям, гиперподвижность суставов, тонкая ("прозрачная") кожа, артериальная, кишечная, а также маточная хрупкость, их трещины и разрывы, характерный фенотип (крупные глаза, маленький подбородок, тонкий нос и уши, низкорослость). В большинстве случаев разрыв органов желудочно-кишечного тракта развивается чаще и раньше, чем разрыв аорты (Perin M., 2000). Диагностика патологии проводится посредством генетического анализа ДНК (ген COL3A1), а также биопсии кожи.

Безусловно, существует большое число других генетических мутаций, ассоциированных с дисплазией соединительной ткани той или иной степени выраженности (бикуспидальный аортальный клапан, синдром Beals, несосудистые типы синдрома Элерса-Данло, поликистоз почек, синдромы Noonan, Alagille и многие другие).

К отдельной группе пациентов относятся несиндромальные больные с семейными формами аневризм и расслоений аорты. Известно, что среди пациентов, оперированных по поводу аневризмы или расслоения грудной аорты, 11-19% из них имели родственника первой линии с аналогичной патологией (Coady M.A., 1999; Biddinger A., 1997). При этом в большинстве случаев наследование аутосомно-доминантное, а пенетрация патологии значительно ниже у женщин (Guo D., 2001; Milewicz D.M., 1998).

Все вышеописанные врожденные патологии связаны с повышенным

риском развития аневризм и расслоения аорты, характеризуются прогрессирующим течением заболевания и требуют особого подхода, постоянного динамического контроля и этапного радикального лечения.

1.3. Классификация расслоения аорты

Одной из наиболее простых и наглядных классификаций является классификация Stanford (Cooley D.A., 1986; Daily P.O., 1970), она выделяет расслоение аорты типа А, когда в патологический процесс вовлечена проксимальная аорта (расслоение начинается в восходящем отделе), и расслоение типа В, когда расслоение начинается дистальнее левой подключичной артерии. Подобное разделение обусловлено различными рисками осложнений и летальностью, а значит и разными подходами в лечении.

Однако с хирургической точки зрения более удобной и точной являются классификации по DeBakey.

Классификация по М. DeBakey (DeBakey M.E., 1966) в дополнении Ю. В. Белова (Белов Ю.В., 2000) выделяются следующие типы расслоения (Рис.1.2):

I тип – расслоение аорты на всем ее протяжении

II тип – в процесс вовлечена только восходящая аорта (т.е. до устья брахиоцефального ствола)

III тип – в процесс вовлечена только нисходящая аорта

IIIa – поражение только нисходящей грудной аорты;

IIIb – поражение и нисходящего грудного, и брюшного отделов аорты

IV тип (дополнение Ю.В. Белова) – поражение только брюшной аорты.

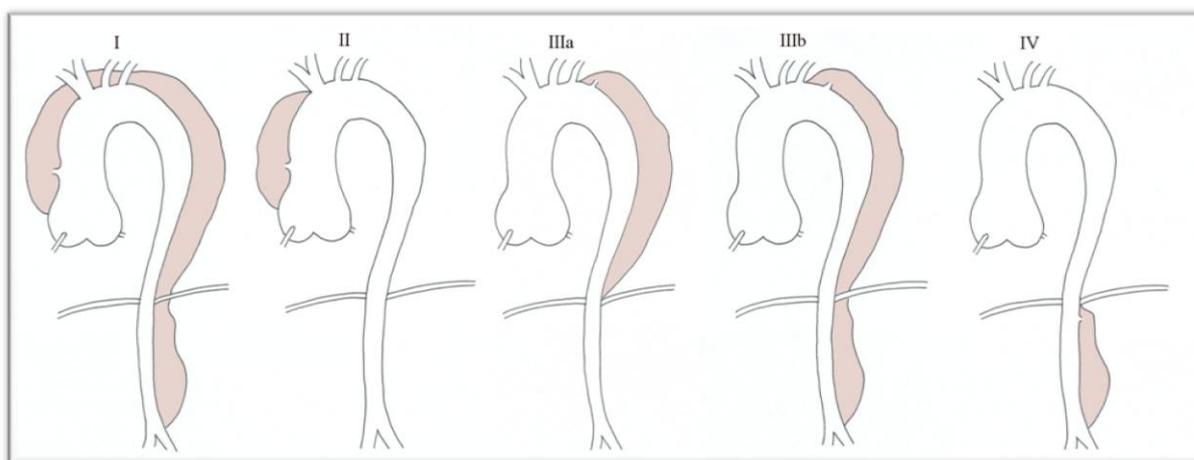


Рисунок 1.2. Классификация расслоения аорты М. DeBakey с дополнением Ю.В. Белова.

Существует также классификация расслоения аорты по Robicsek (Robicsek F., 1994), которая помимо распространенности расслоения учитывает также и уровень фенестрации. Однако несмотря на точность описания, данная классификация сложна и в практике используется редко.

Говоря о выборе тактики лечения нельзя не упомянуть о классификации расслоения по Wheat (Wheat M.W.Jr., 1965), которая выделяет острую стадию расслоения аорты (до 2 недель), подострую (от 2 недель до 3 месяцев) и хроническую стадии (более 3 месяцев).

1.4. Естественный прогноз и показания к хирургическому лечению

Естественное течение расслоения аорты типа А связано с крайне высокой летальностью. В 40% случаев смерть наступает непосредственно в момент манифестации расслоения, далее летальность нарастает со скоростью 1-2% в час в остром периоде (Anagnostopoulos С.Е., 1972). По данным крупнейших регистров летальность к концу первых суток после манифестации расслоения А типа составляет 24%, 29% – к концу вторых суток, 44% на 7-е и 49% на 14-е сутки на фоне медикаментозного лечения. Наиболее частыми причинами летальности являются разрыв аорты, тампонада сердца, инсульт, висцеральная ишемия и острая сердечная недостаточность (von Kodolitsch Y.,

2000). Из перенесших острый период пациентов с расслоением всей аорты, 5-летняя выживаемость без хирургического лечения составляет 10-15% (Green G.R., 2003). Таким образом, в соответствии с существующими международными рекомендациями расслоение с вовлечением проксимальных сегментов аорты (тип А) является абсолютным показанием к экстренному хирургическому лечению (Hiratzka L.F., 2010; Erbel R., 2014). Также, согласно европейским рекомендациям, при расслоении А типа, осложнившимся мальперфузией висцеральных органов, рекомендуется выполнение гибридного вмешательства (Класс рекомендаций IIa).

1.5. Хирургическое лечение, его ближайшие и отдаленные результаты

В арсенале современного сердечно-сосудистого хирурга существует достаточно большое число различных вариантов реконструкций для хирургического лечения расслоения аорты I типа. Стандартным подходом на протяжении нескольких десятков лет являлось протезирование восходящего отдела аорты и/или полудуги аорты с пуском кровотока либо в истинный канал (гемодинамическая коррекция 1-го типа), либо в оба канала (2-го типа) (Чарчян Э.Р., 2010). В зависимости от распространения расслоения на корень аорты, а также диаметра фиброзного кольца и структуры створок аортального клапана, возможно выполнение супракоронарного протезирования восходящего отдела аорты, отдельного протезирования аортального клапана и восходящей аорты, их протезирование единым кондуитом (операция Bentall-DeBono) или клапансберегающие операции (операция David, операция Florida Sleeve). Позже было доказано, что гемодинамическая коррекция 1-го типа является единственным допустимым вариантом пуска кровотока дистальнее реконструкции (Чарчян Э.Р., 2010). Однако успешное выполнение операции на проксимальном отделе аорты не гарантировали свободы от дополнительных вмешательств на сегментах аорты, дистальнее первичной реконструкции. Повторные операции на грудном отделе аорты ассоциированы с повышенным риском периоперационных осложнений и летальности, а при

выполнении протезирования торакоабдоминального отдела аорты (операция Crawford) у пациентов с расслоением I типа по DeBakey характерной была техническая сложность формирования проксимального анастомоза. В 1983г. H. Borst разработал уникальную методику «хобота слона», которая позже стала общепризнанным стандартом этапного хирургического лечения патологии всей аорты (Borst H.G., 1983; Heinemann M.K., 1995; Svensson L.G., 2004). Она предполагает замену восходящего отдела аорты и ее дуги через стернотомный доступ, при этом свободный край протеза длиной в 7-8 см остается флотировать в нисходящем сегменте аорты. Вторым этапом дистальный конец протеза используется для реконструкции грудной или торакоабдоминальной аорты. Таким образом, значительно упрощается техника выполнения второго этапа хирургического лечения, так как межпротезный анастомоз наложить гораздо проще, чем анастомоз с измененной аортой. Стандартом является наложение анастомоза «хобота слона» тотчас дистальнее устья левой подключичной артерии. Однако некоторые авторы, в частности L. Svensson, зачастую формируют анастомоз с дугой аорты между левой ОСА и левой ПкЛА (Svensson L.G., 2001). S. Kuki и соавт. предлагают наложение анастомоза у устья плечевого ствола (Kuki S., 2002). При этом для данной модификации требуется «хобот» протеза длиной около 15 см, что по мнению S. Crawford повышает риск периферической эмболии (Crawford E.S., 1990). Несмотря на значительный прогресс метода, у него есть ряд недостатков: трудность наложения шва на аорту в зоне перешейка (плохая экспозиция); длительное искусственное кровообращение и циркуляторный арест (из-за необходимости выполнения анастомозов с перешейком аорты и с брахиоцефальными сосудами). Летальность при выборе подобной тактики лечения (2-этапной) в ведущих клиниках мира на первом этапе составляет 2,1 – 12,2%, а на втором – 3,9 – 9,6% (Miyamoto Y., 2014). Однако второй этап открытого хирургического лечения по данным различных авторов выполняется у 33-66% пациентов, а летальность между этапами варьирует от 2,9% до 22% (Ius F., 2011). При этом

по данным М. Schepens 5-летняя выживаемость у пациентов, которым по той или иной причине не был выполнен второй этап хирургического лечения, значительно ниже: $50\pm 8\%$ versus $82\pm 8\%$ (Schepens M.A., 2002). Ввиду всех вышеперечисленных проблем, с целью снижения летальности между этапами лечения и выполнения наиболее радикального вмешательства ряд авторов внедряли в практику одноэтапные методики, в частности протезирования всей грудной аорты через разрез «clamshell» (операция Kouchoukos), однако применение методики было ограничено ввиду длительности реконструкции, высокой частоты развития дыхательных осложнений (до 50%), невозможности выполнения реконструкции дистальнее уровня диафрагмы, тяжелой реабилитации пациентов ввиду исключительной травматичности доступа, а также необходимости пересечения обеих внутренних грудных артерий при его выполнении. В настоящее время подобные операции выполняются крайне редко (Doss M., 2003; Kouchoukos N.T., 2004; Kouchoukos N.T., 2007; Kouchoukos N.T., 2008).

С постепенным развитием эндоваскулярных технологий и накоплением опыта в их применении при патологии нисходящего грудного и брюшного отделов аорты, в практику была внедрена методика, альтернативная традиционным открытым операциям – гибридная хирургия, сочетающая в себе и открытый хирургический, и рентгенэндоваскулярный этапы. В настоящее время ее применение возможно в виде истинных гибридных операций (когда оба этапа выполняются либо одновременно в гибридной операционной, либо последовательно в течение суток), этапных гибридных операций (эндоваскулярный этап выполняется в течение 2 недель) и отсроченное лечение (через полгода и более).

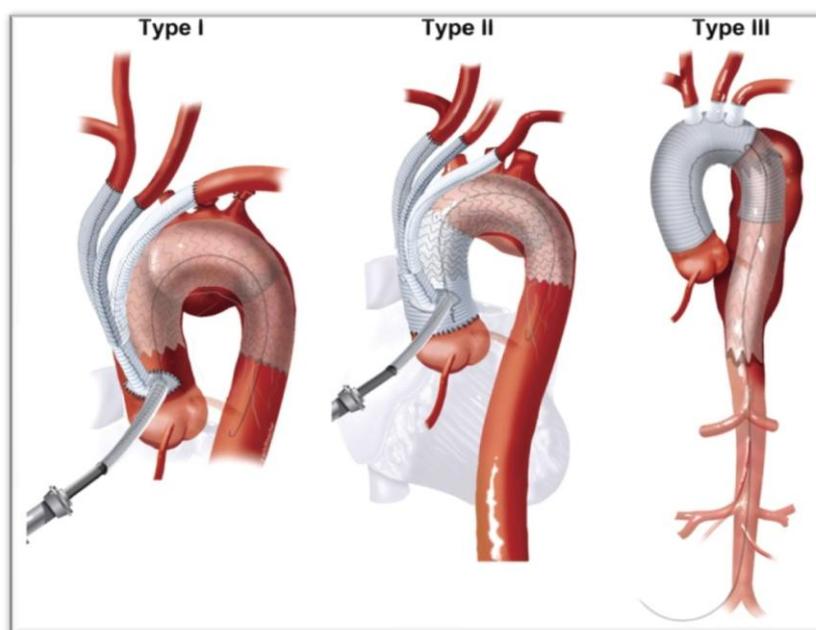


Рисунок 1.3. Варианты гибридных операций на грудном отделе аорты по классификации Bavaria (Vallabhajosyula P., 2013).

По классификации J.Bavaria выделяют три вида гибридных операций на аорте (Рис.1.3): Гибридные операции I типа проводятся, когда нативная восходящая аорта не вовлечена в патологический процесс и может быть использована для наложения проксимального анастомоза при дебранчинге (данная техника не используется при расслоении I типа по DeBakey, так как наличие расслоения в восходящем отделе аорты является абсолютным показанием к ее протезированию). Производится реимплантация ветвей дуги в восходящую аорту непосредственно над синотубулярным сочленением. После этого стент-графт устанавливается в дугу аорты через дополнительную ветвь протеза (истинный гибрид), либо отсроченно через илеофemorальный доступ. Операции II типа показаны при распространении патологического процесса на восходящую аорту, что делает невозможным ее использование для имплантации стент-графта. Методика заключается в протезировании восходящей аорты и переключении брахиоцефальных ветвей с последующим использованием протеза восходящей аорты в качестве зоны для установки стент-графта. III тип гибридных вмешательств – операция «замороженный хобот слона», при которой второй этап лечения представляет собой уже не

открытую операцию (протезирование нисходящего грудного или торакоабдоминального отделов аорты), а стентирование аорты (Vallabhajosyula P., 2013).

Методика “замороженного хобота слона” (Frozen Elephant Trunk или FET) была введена в начале 1990-х, с момента первых публикаций Suto и Kato об использовании самостоятельно сконструированных гибридных протезов, данная методика завоевала большую популярность среди ведущих центров мира, были разработаны различные техники, а также модели гибридных протезов (Kato M., 1996; Suto Y., 1996; Karck M., 2003). Безусловно, все гибридные вмешательства следует выполнять в гибридной операционной, имея в арсенале несколько стандартных размеров гибридных протезов.

Среди гибридных протезов, разработанных специально для данного вида вмешательств следует выделить ряд наиболее известных моделей (Рис.1.4-1.8):

- E-vita Open и E-vita Open Plus ® (Jotec® GmbH®, Hechingen, Germany)
- Thoraflex™ Hybrid Prosthesis (Vascutek®, Terumo®, Inchinnan, Scotland, UK)
- Cronus™ (MicroPort Medical Co., Ltd, Shanghai, China)
- Chavan-Haverich Prosthesis (Curative GmbH, Dresden, Germany)
- Gianturco Z-stent (Cook®, Inc., Bloomington, USA)
- J Graft open stent graft (Japan Lifeline, Tokyo, Japan)

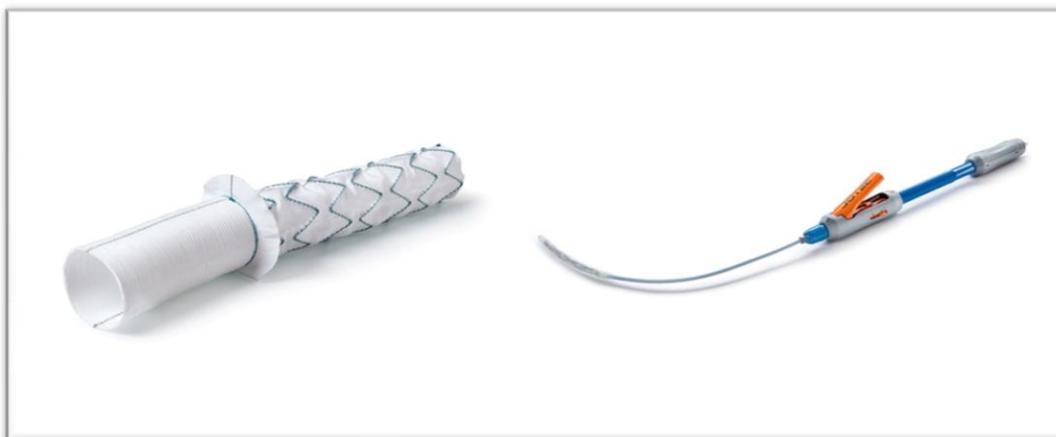


Рисунок 1.4. Гибридный протез E-vita Open Plus (Jotec® GmbH®, Hechingen, Germany), www.jotec.com



Рисунок 1.5. Гибридный протез Thoraflex™ Hybrid Prosthesis (Vascutek ®, Terumo ®, Inchinnan, Scotland, UK), <http://www.vascutek.com>

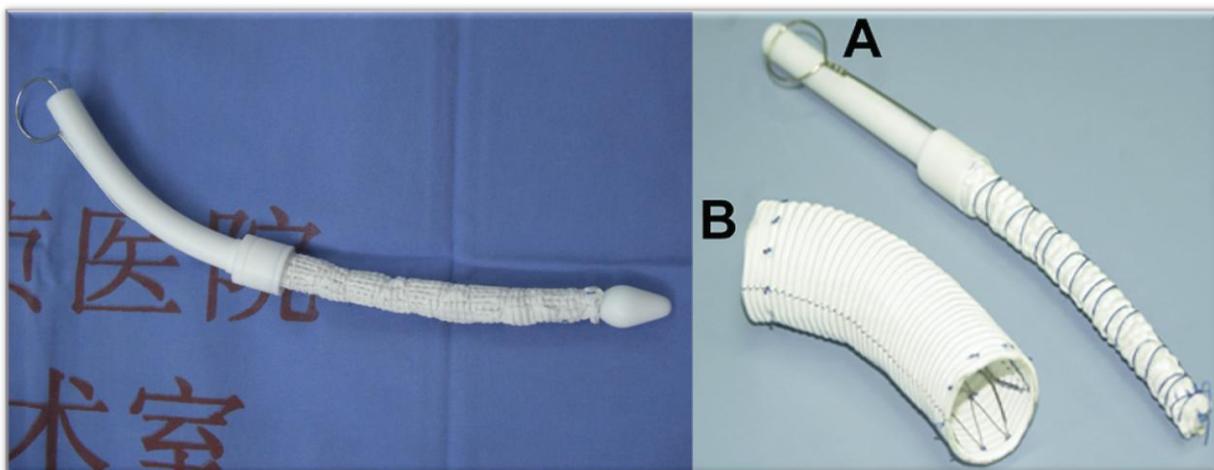


Рисунок 1.6. Гибридный протез Cronus™ (MicroPort Medical Co., Ltd, Shanghai, China).
 А – с доставляющим устройством, В – в открытом виде. Рисунок слева: Li B, et al. 2014. Рисунок справа: Sun K., et al. 2008.



Рисунок 1.7. Гибридный протез Chavan-Haverich Prosthesis (Curative GmbH, Dresden, Germany).
 Рисунок слева: Ma W-G, 2015. Рисунок справа: собственность Dr. Maximilian Pichlmaier).

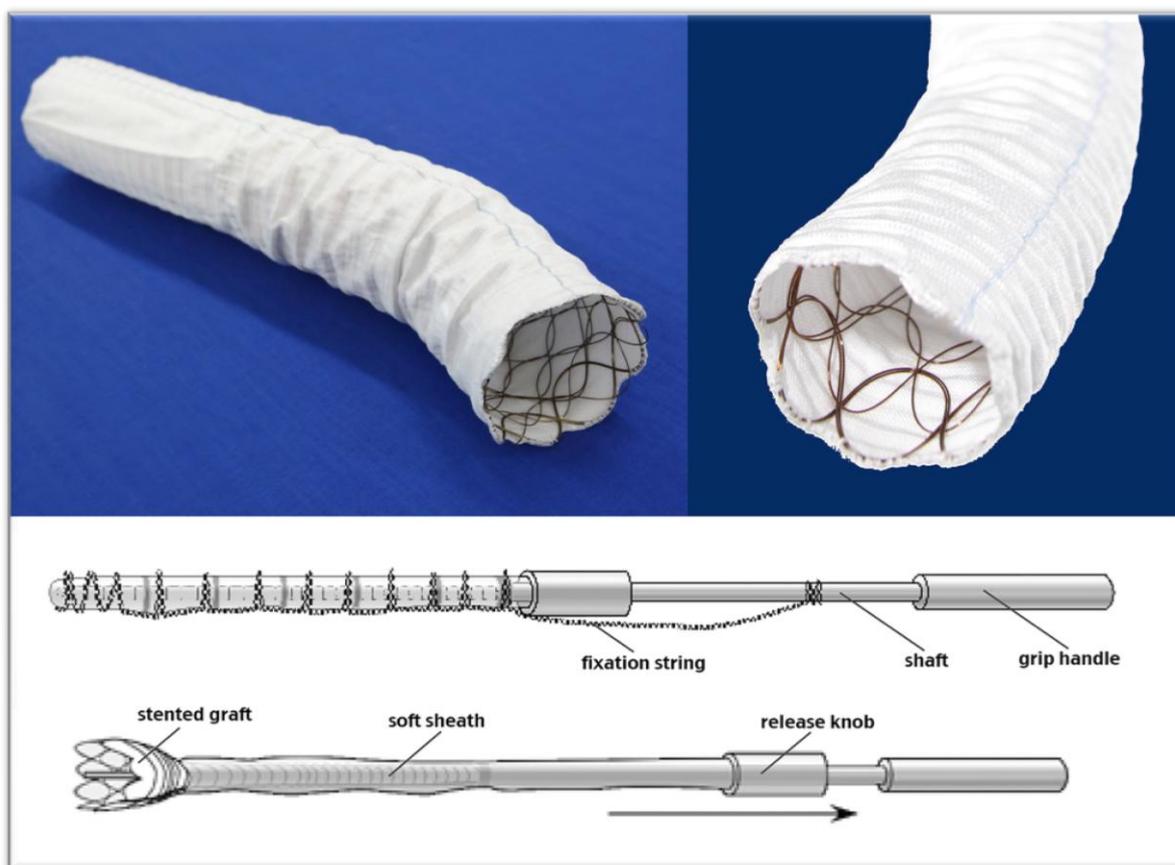


Рисунок 1.8. Гибридный протез J Graft open stent graft (Japan Lifeline, Tokyo, Japan).

Рисунок является собственностью Makoto Takakura and Hideki Kataoka, Japan Lifeline (источник: Ma W-G, 2015).

Главной чертой строения каждого из вышеперечисленных протезов является наличие сосудистого протеза в проксимальной части и стент-графта – в дистальной. Согласно литературным данным значимых принципиальных различий между результатами лечения с использованием той или иной модели гибридного протеза не выявлено (Shrestha M., 2015). Согласно последним публикациям методика FET особенно рекомендована при расслоении I типа по DeBakey, в частности при наличии мальперфузии висцеральных органов ввиду сдавления истинного канала ложным при остром расслоении (Erbel R., 2014). Низведение современных гибридных графтов (не относится к протезу Chavan-Naverich) в истинный канал возможно (и удобно) при малом диаметре истинного канала (что часто наблюдается при хроническом расслоении) и,

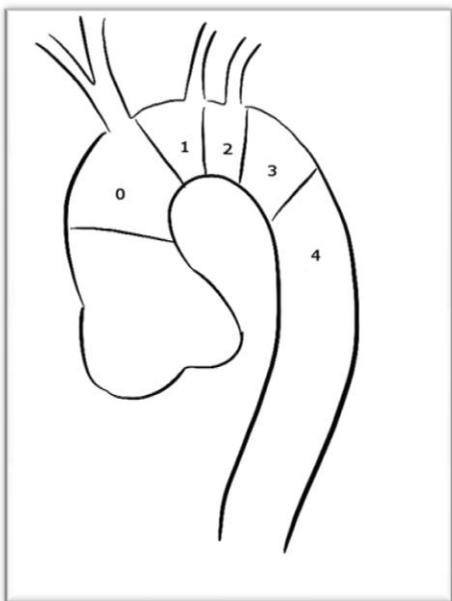
следовательно, позволяет выполнить гемодинамическую коррекцию 1-го типа, а также индуцирует развитие тромбоза ложного канала. Все это способствует быстрой стабилизации аорты дистальнее реконструкции, что напрямую ассоциировано с продолжительностью и качеством жизни пациентов в отдаленном послеоперационном периоде.

Несмотря на данные ведущих аортальных хирургов мира, указывающих на крайне обнадеживающие результаты использования техники «замороженного хобота слона», нельзя не отметить значимый разброс госпитальной летальности и частоты осложнений в раннем и позднем послеоперационных периодах. К примеру, согласно мета-анализу, в который вошли 17 исследований (1675 пациентов, перенесших либо FET, либо этапное стентирование после операции Borst) летальность при расслоении А типа составила 0-18,2%. Среди ранних послеоперационных осложнений при выполнении процедуры FET следует в первую очередь отметить ишемию спинного мозга, инсульт, а также острую почечную недостаточность. Частота развития инсульта варьировала от 0-11,8% (средняя -2,2%), а ишемии спинного мозга – от 0-8,3% (в среднем 2,6%) (Tian D.H., 2013).

Несмотря на существующие проблемы, ранние и средне-отдаленные результаты гибридных операций, в частности FET, сопоставимы с открытыми традиционными методами лечения: 1-летняя выживаемость составляет 85,6%, 5-летняя – 71,5%. Тем не менее, по мере накопления клинического опыта, возникают новые вопросы, требующие внимания хирургов. Так, особым аспектом являются операции FET у пациентов с дисплазией соединительной ткани: Sun и соавт. описывают результаты применения гибридного протеза Cronus у 44 пациентов с синдромом Марфана и расслоением аорты А типа. Госпитальная летальность составила 4,55%, отдаленная летальность в группе острого расслоения составила 5,26% и в группе хронического расслоения – 4,34% случаев. В 4,55% случаев развилось прогрессирование расслоения дистальнее уровня реконструкции, инсульт наблюдался в 2,27%, ишемия спинного мозга не развилась ни у одного из пациентов. Конверсия в тотальное

открытое хирургическое лечение (протезирование торакоабдоминального отдела аорты) потребовалась одному пациенту в раннем (летальный исход) и одному пациенту в отдаленном послеоперационном периоде (по 2,27%).

Тромбоз ложного канала на уровне «стент-хобота» развился у 76,2%



пациентов (84,2% при остром расслоении и 69,6% при хроническом), тромбоз ложного канала до уровня диафрагмы наблюдался у 45,2% (57,9 и 34,8% соответственно). Однако у 16,6% пациентов отмечено увеличение диаметра ложного канала. В 4 случаях (21,1%) дистальный край стент-графта находился в ложном канале (Sun K., 2008). Последнее развивается, вероятно, ввиду истонченности и хрупкости интимы и стенок аорты.

Рисунок 1.9. Классификация зон посадки стент-графта по Mitchell и соавт. (Mitchell R.S., 2002).

Другим вариантом гибридного лечения стали операции, заключающиеся в переключении ветвей (дебранчинг путем их протезирования или шунтирования) дуги аорты с целью ее последующего стентирования. Частичный дебранчинг предполагает переключение только левой ПкЛА и/или левой ОСА (используется при имплантации стент-графта в зоны Z 1 и Z 2 по классификации Mitchell и Ischimarui (Mitchell R.S., 2002), в то время как тотальный дебранчинг включает также переключение БЦС (при посадке в зону Z 0) (Рис.1.9). Дебранчинг дуги в сочетании с протезированием восходящего отдела аорты является методом выбора при лечении расслоения I типа по DeBakey у пациентов высокого хирургического риска (к ним относятся больные с тяжелой сопутствующей патологией, в возрасте более 75 лет, ранее перенесшие кардиохирургические вмешательства, нарушения

мозгового кровообращения и др.). По данным Marullo и соавторов, в серии исследований пациентов с расслоением аорты I типа по DeVakey, которым была проведена процедура протезирования восходящего отдела и дуги аорты с дебрингом и последующим эндоваскулярным лечением, госпитальная летальность составила 4,2%, при этом 2-летняя выживаемость достигла 92.1% \pm 7.9%, а тромбоз ложного канала наблюдался в 95,6% случаев (Marullo A.G., 2010).

Тем не менее, ряд исследователей указывают на менее обнадеживающие результаты гибридного лечения с использованием метода дебринга: Geisbüsch и соавт. в серии из 47 пациентов получили госпитальную летальность в 19% при частичном и в 27% случаев при тотальном дебринге. Эндолик I типа (то есть в зоне посадки графта) наблюдался в 15% случаев, а частота неврологических осложнений достигла 12 % (Geisbusch P., 2011). Одной из причин церебральной мальперфузии в отдаленном послеоперационном периоде может стать обструкция бранши протеза, которая может быть вызвана ее неправильным позиционированием и ее дальнейшей компрессией при сведении грудины. Другая причина данного осложнения касается непосредственно пациентов с расслоением аорты: к сдавлению бранши может привести увеличение диаметра ложного канала в связи с наличием эндолика I типа. Именно поэтому выполнение гибридных операций с дебрингом не рекомендуется у молодых, относительно «сохранных» пациентов, так как тромбозы бранш могут привести к катастрофическим последствиям. Это в очередной раз подтверждает, что успех гибридного лечения зависит от успешного выполнения каждого из его этапов. Также чрезвычайно важным является оптимальное позиционирование стент-графта в просвете аорты. Слишком проксимальное его расположение может снизить перфузию переключенных ветвей и даже коронарных артерий. Слишком дистальное позиционирование стент-графта может привести к дислокации протеза или же к эндолику I типа. Большинство авторов рекомендуют использовать в качестве зоны посадки участок как минимум 1,5-

2 см длиной (Brechtel K., 2013).

Вне зависимости от выбора того или иного метода лечения расслоения аорты I типа по DeVakey, проблема оценки отдаленных результатов лечения данной группы пациентов чрезвычайно актуальна.

Необходимость проведения дальнейших этапов хирургического лечения связана с увеличением диаметра аорты дистальнее зоны первичной реконструкции и, соответственно, высоким риском развития жизнеугрожающих осложнений (разрыву аорты, сдавлению истинного канала и, как следствие, мальперфузии внутренних органов) (Bernard Y., 2001).

К предикторам реопераций на дистальных отделах аорты относятся сохраненный кровоток в ложном канале, синдром Марфана, а также диаметр нисходящей аорты 4,5 см и более (Fattouch K., 2009). Причиной сохранения кровотока в ложном канале может являться наличие крупной дистальной фенестрации (или ее локализация в проксимальной части нисходящей аорты), ретроградное поступление крови через ветви нисходящей аорты, а также недостаточная герметичность дистального анастомоза, также к факторам риска относятся возраст менее 50 лет и прием варфарина (Gariboldi V., 2007). Согласно N. Kimura увеличение диаметра в сегментах аорты дистальнее протезированных участков составляет в дуге аорты 1,7 мм/г у больных с кровотоком в ложном канале и 0,8 мм/г у больных с тромбозом ложного канала, в проксимальной нисходящей аорте – 1.6 и 0.41 мм/г и в дистальной нисходящей аорте – 0.89 и 0.91 мм/г соответственно (Kimura N., 2008).

При сравнительном анализе пациентов с сохраненным кровотоком в ложном канале и полным тромбозом доказано, что выживаемость выше у группы больных с тромбозом ложного канала (10-летняя выживаемость при тромбозе ложного канала составила $89.8\% \pm 2.1\%$, а при сохраненном кровотоке в ложном канале – $59.8\% \pm 3.5\%$). Свобода от повторных операций также значительно выше в группе больных с полным тромбозом ложного канала ($94.2\% \pm 3.1\%$ по сравнению с пациентами с сохраненным кровотоком $63.7\% \pm 2.6\%$) (Fattouch K., 2009). Другим вариантом гемодинамики в ложном

канале является частичный тромбоз. По сравнению с тотальным тромбозом и полностью сохраненным кровотоком в ложном канале частичный тромбоз является прогностически наиболее неблагоприятным типом гемодинамики (Song S.W., 2010).

Единственным способом индуцирования тромбоза ложного канала является его выключение из кровотока с ликвидацией проксимальной фенестрации и гемодинамически значимой дистальной фенестрации (хирургически или эндоваскулярно). При выполнении гибридных операций (как дебранчинга со стентированием, так и FET) вероятность тромбоза ложного канала составляет 91-95,5% (Marullo A.G., 2010; Jakob H., 2012).

С другой стороны, у части больных после первого этапа хирургического вмешательства происходит тромбирование ложного канала в дистальных сегментах аорты и ее стабилизация, что позволяет достичь максимального эффекта лечения без необходимости проведения дополнительных открытых или эндоваскулярных вмешательств. Однако в литературе отсутствует информация по прогнозированию вероятности развития тромбоза ложного канала в зависимости от патоморфологических и гемодинамических параметров аорты, а значит нет четких критериев отбора больных для того или иного варианта гибридного вмешательства.

ГЛАВА 2. Материалы и методы клинического исследования

2.1. Характеристика клинического материала, методы обследования

2.1.1. Клиническая характеристика больных

В исследование вошли 78 клинических наблюдений пациентов, перенесших хирургическое лечение по поводу расслоения аорты I типа по DeBakey в отделении хирургии аорты и ее ветвей РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского (с 2009 по 2017 годы). Критериями включения было истинное расслоение аорты I типа по DeBakey до бифуркации. К критериям исключения, помимо неполного расслоения аорты I типа, было отнесено выполнение операции Elephant Trunk с гемодинамической коррекцией II типа (то есть с резекцией интимы в дистальном анастомозе и пуском кровотока в оба канала), так как данный вариант реконструкции не предполагает достижения тромбоза ложного канала после реконструкции и подразумевает выполнение второго этапа лечения (протезирования торакоабдоминального отдела аорты либо TEVAR) в максимально ранние сроки. Из 78 клинических наблюдений 51 пациент был прооперирован с января 2013 по май 2017 года: им были выполнены операции Elephant Trunk и гибридные вмешательства (Frozen Elephant Trunk или другие). Дополнительно с целью сравнения эффективности хирургических вмешательств были включены 27 пациентов с расслоением I типа (истинным, т.е. до бифуркации аорты), которым были выполнены операции протезирования восходящего отдела аорты с или без протезирования полудуги аорты (2009-2013 годы). В зависимости от выполненного хирургического лечения больные разделены на три группы:

В I группу вошли пациенты с расслоением аорты I типа по DeBakey, которым была выполнена реконструкция на восходящем отделе аорты в сочетании с протезированием дуги аорты по модифицированной методике Borst. Во II группу были включены пациенты, которым было выполнено гибридное лечение: реконструкция восходящего отдела в сочетании с операцией Frozen Elephant Trunk (гибридная операция III типа), а также

операции в сочетании с дебранчингом брахиоцефальных ветвей в протез восходящей аорты и последующим стентированием грудной аорты (гибриды II типа). В III группу вошли пациенты, у которых хирургическое лечение ограничилось протезированием восходящего отдела или протезированием полудуги (hemiarch) аорты. Подробная характеристика групп пациентов представлена в Таблице 2.1.

Таблица 2.1.

Характеристика пациентов, вошедших в исследование.

Параметр n (%)	I группа (n=22)	II группа (n=29)	III группа (n=27)	ВСЕГО (n=78)	Значение p
Возраст (M ± σ, годы)	51,4 ± 9,3	53,8 ± 9,8	50,3 ± 10,9	51,9 ± 10,1	0,426
Мужской пол	14 (63,6)	23 (79,3)	21 (77,8)	58 (74,4)	0,394
Дисплазия соединительной ткани	10 (45,4)	4 (13,8)	12 (44,4)	26 (33,3)	0,028*
Артериальная гипертензия	20 (90,9)	26 (89,7)	23 (85,2)	69 (88,5)	0,797
ИБС	3 (13,6)	4 (13,8)	3 (11,1)	10 (12,8)	0,936
Сахарный диабет	1 (4,5)	4 (13,8)	0	5 (6,4)	0,100
ХБП	5 (22,7)	3 (10,3)	1 (3,7)	9 (11,5)	0,069
ХОБЛ	2 (9,1)	4 (13,8)	2 (7,4)	8 (10,3)	0,728
ОНМК или ТИА в анамнезе	2 (9,1)	1 (3,4)	3 (11,1)	6 (7,7)	0,513
Операции на сердце/аорте в анамнезе	2 (9,1)	3 (10,3)	1 (3,7)	6 (7,7)	0,613
Острая стадия расслоения (по Wheat)	5 (22,7)	6 (20,7)	4 (14,8)	15 (19,2)	0,759
Подострая стадия расслоения	5 (22,7)	10 (34,5)	8 (29,6)	23 (29,5)	0,660

Хроническая стадия расслоения	12 (54,5)	13 (44,8)	15 (55,6)	40 (51,3)	0,679
Недостаточность аортального клапана 3-4 степени	12 (54,5)	12 (41,4)	14 (51,9)	38 (48,7)	0,597
Мальперфузия висцеральных органов	1 (4,5)	2 (6,9)	1 (3,7)	3 (3,8)	0,107
Мальперфузия головного мозга	2 (9,1)	2 (6,9)	0	4 (5,1)	0,308
Мальперфузия нижних конечностей	0	4 (13,8)	1 (3,7)	5 (6,4)	0,855
Множественная мальперфузия	0	2 (6,9)	1 (3,7)	3 (3,8)	0,447

* При тесте Хи-квадрат с последующей оценкой различий выявлена статистически значимая разница по признаку дисплазии соединительной ткани, $p=0,0078$ (учтена коррекция по Бонферрони: статистическая значимость при $p<0,0083$)

Диагноз «Хроническая болезнь почек» ставился на основании анамнеза и лабораторных данных, при этом использовалась американская классификация K/DOQI (2006). В исследовании учитывалась ХБП 3 или более тяжелой стадии (СКФ менее 60 мл/мин/1,73 м²). При постановке диагноза «Хроническая обструктивная болезнь легких» основывались на данных спирометрии (учитывалась стадия, начиная со средней степени тяжести: ОФВ₁/ФЖЕЛ менее 70% от должного, ОВФ₁ менее 80% от должного). Под мальперфузией головного мозга подразумевались клинические признаки (ТИА во время манифестации расслоения, признаки ОНМК или наличие очаговой симптоматики на момент поступления) или МСКТ признаки динамической или статической окклюзии или стеноза истинного канала артерии, а также наличие свежих очагов ишемического повреждения мозга. Мальперфузия

висцеральных органов средней и выраженной степени предполагала наличие клинических признаков и лабораторных данных (боль в брюшной полости, метаболический ацидоз и повышение уровня лактата в случае гепатомезентериальной мальперфузии, а также олиго- или анурия, гематурия, боль в пояснице, 3-х кратное повышение уровня креатинина, снижение СКФ более чем на 75%) и/или МСКТ признаков (признаки статической или динамической мальперфузии, отечность мезентериальной клетчатки, отсутствие контрастного вещества в почке даже в венозную фазу и т.д.). Мальперфузия нижних конечностей клинически проявлялась снижением или отсутствием пульсации в нижней конечности, ее похолоданием и/или бледностью, болевым синдромом, а также наличием МСКТ (отсутствие или минимальная визуализация истинного канала в области магистральных артерий нижней конечности) и УЗИ (коллатеральный кровоток, визуализация пролабирующей в устье сосуда интимы) признаков мальперфузии.

Все пациенты, поступившие в отделение, обследовались генетиками, при наличии фенотипических признаков, а также анамнестических данных, характерных для различных вариантов врожденных синдромом дисплазии соединительной ткани, производилось генетическое исследование кариотипа. Среди пациентов с дисплазией соединительной ткани генетически подтвержденный синдром Марфана был выявлен в 8 случаях, синдром Льюиса-Дитса обнаружен у 1 и синдром Элерса-Данло – у 5 пациентов. В 12 случаях был поставлен диагноз недифференцированной дисплазии соединительной ткани. У одного пациента выявлен синдром Нунан. Бикуспидальный аортальный клапан отмечен в 22 случаях.

Всего в исследование вошли 15 пациентов (19,2%), прооперированных в острую, 23 (29,5%) - в подострую и 40 (51,3%) - в хроническую стадию расслоения аорты I типа по DeBakey.

2.1.2. Характеристика основных методов обследования и диагностики

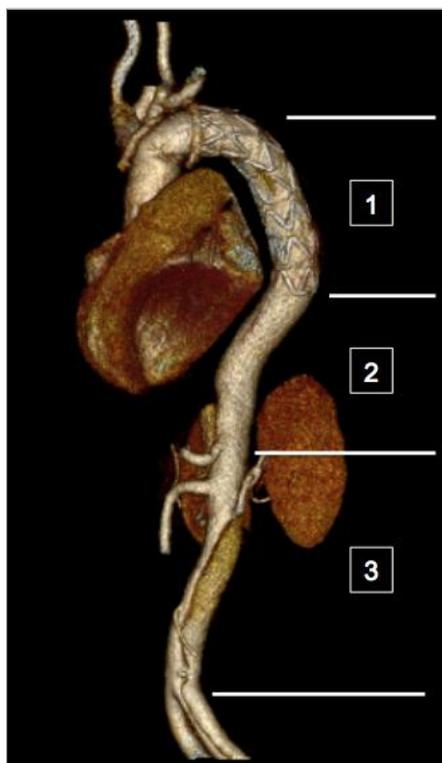
При обследовании пациентов использовался стандартный диагностический комплекс, включающий клинико-лабораторные исследования и аппаратно-инструментальную диагностику. Лабораторные методы диагностики включали в себя общий анализ крови, мочи, группу крови и резус-принадлежность, биохимический анализ крови, коагулограмму. В качестве инструментальных исследований при поступлении, а также в раннем послеоперационном периоде в динамике выполнялись электрокардиографическое («Cardi Max FX-7402», Fucuda Denshi, Япония), рентгенография органов грудной клетки («РУМ-20» и «РУМ-20М») и трансторакальная («VIVD-7 Dimension» (General Electric, США). ТТ-ЭХОКГ позволяла определить объёмы полостей сердца, фракции выброса желудочков, наличие и степень аортальной регургитации, наличие сопутствующей кардиальной патологии, перикардального выпота, что в значительной степени определяло интраоперационную тактику. Данное исследование выполняли в обязательном порядке всем больным при поступлении и после операции (в течение первых суток раннего послеоперационного периода при выписке и далее раз в полгода).

Другой вариант эхокардиографии – чреспищеводная ЭхоКГ, будучи одним из наиболее информативных и специфичных методов визуализации, использовалась на интраоперационном этапе и позволяла максимально точно оценить гемодинамику в истинном и ложном каналах аорты, определить локализацию и размеры проксимальной и дистальной фенестраций, наличие и выраженность аортальной регургитации, состояние клапанов сердца, а также состояние гемодинамики в истинном и ложном каналах до и после операции. Исследование выполнялось до, во время и после реконструкции аорты на аппаратах «Philips iE33» (Philips, США) с использованием мультипланового датчика X7-2t.

Мультиспиральная компьютерная томография с контрастированием выполнялась на компьютерном томографе «Somatom Definition Flash»

(Siemens, Германия) в положении пациента лежа на спине с введением 80-120 мл контрастного вещества в периферическую вену правой верхней конечности со скоростью 4 мл/сек, при этом обязательным условием при данном исследовании являлось синхронизация с сокращением сердца с целью точной визуализации корня аорты и аортального клапана. МСКТ аорты с контрастированием выполнялось всем пациентом при выписке, в дальнейшем послеоперационном периоде выполнение исследования рекомендовалось в зависимости от стадии расслоения аорты на момент хирургического вмешательства (при остром расслоении – через 3, далее 6 месяцев после операции, и далее ежегодно, в подострую и хроническую стадию расслоения – через 6 месяцев, через 1 год и далее ежегодно).

В соответствии с ранее описанными в литературе стандартами (Dohle D-S, 2016; Shrestha, 2016) для удобства анализа аорта была разделена на



следующие сегменты: от дистального анастомоза до уровня левого предсердия (что в группе гибридных вмешательств соответствовало уровню дистального края стент-графта) – сегмент 1, от уровня левого предсердия до чревного ствола – сегмент 2, от уровня диафрагмы до бифуркации аорты – сегмент 3 (Рис. 2.1.). Каждое исследование сравнивалось с предыдущим: производился динамический анализ до- и послеоперационных МСКТ с учетом волнометрических и планиметрических изменений.

Рисунок 2.1. 3D-модель послеоперационной МСКТ аорты. Выделены сегменты, по которым оценивалось ремоделирование аорты: сегмент 1 – от перешейка до уровня ЛП; сегмент 2 – от уровня ЛП до уровня устья чревного ствола, сегмент 3 – от уровня устья чревного ствола до бифуркации аорты.

Планиметрический анализ производился на заранее заданных уровнях в аксиальных срезах: перешеек, уровень левого предсердия, уровень чревного ствола, почечных артерий, аорта над ее бифуркацией (Рис. 2.2.).

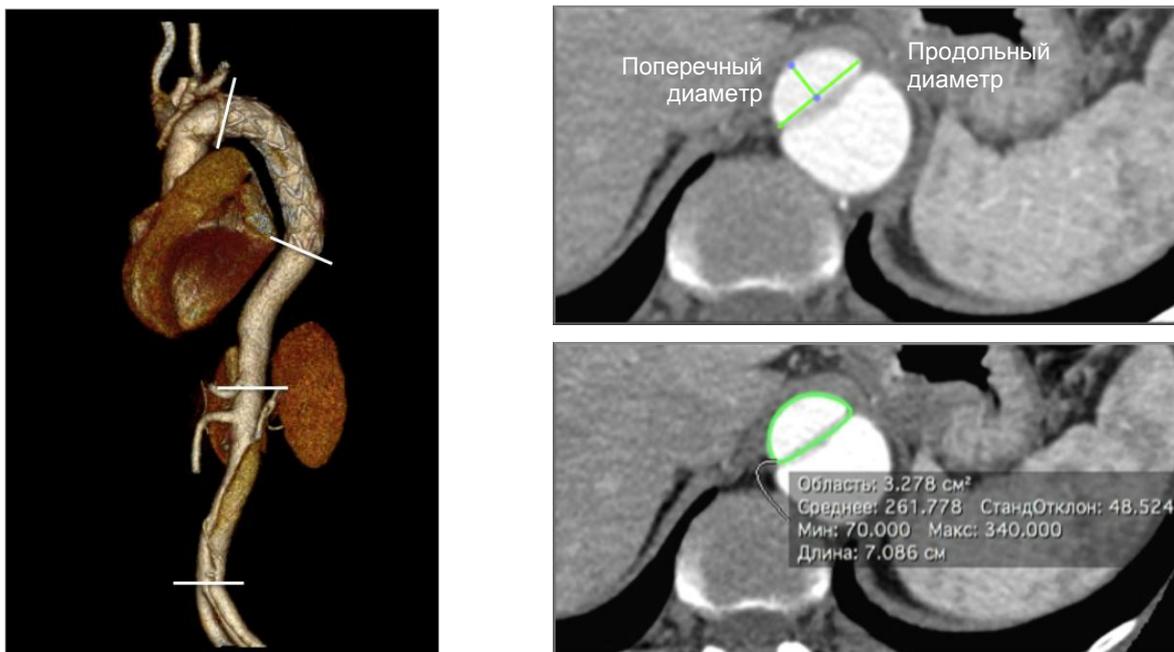


Рисунок 2.2. Слева: 3D-модель послеоперационной МСКТ аорты. Выделены уровни, на которых осуществлялся планиметрический анализ. Справа: пример измерения продольного и поперечного диаметров истинного канала, длины окружности («Длина» на рисунке), а также площади (на рисунке «Область») истинного канала.

Выполнялась оценка размеров истинного канала и общего диаметра аорты на каждом уровне. Всего было проанализировано 272 МСКТ, при этом осуществлялись следующие измерения:

- 1) Средний диаметр истинного канала (среднее от продольного и поперечного диаметров истинного канала, Mean d);
- 2) Длина окружности истинного канала и общей окружности аорты (Circumference, Circ.);
- 3) Площадь поперечного среза истинного канала и площадь среза всей аорты (Area= Xa);
- 4) Отношение размера истинного канала на уровне перешейка к его размеру на уровне левого предсердия (Taper Ratio);

- 5) Отношение размера истинного канала на уровне дистального стент-графта (или гибридного графта) и размера истинного канала на 2 см ниже него (Taper Ratio Distal);

В группе гибридных операций (а также при отсроченном стентировании после операции Elephant Trunk) выполнялся анализ дооперационного МСКТ аорты с измерением длины окружности истинного канала на уровне перешейка и предполагаемого дистального края стент-графта (т.е. на уровне левого предсердия) с целью выбора стент-графта или гибридного графта соответствующего размера. При этом с целью оценки преувеличения диаметра (oversizing) использовалась следующая формула:

$$\text{Preoperative Oversizing ratio} = (D_{\text{pred}} - D_a) / D_a \times 100\%,$$

где D_{pred} – расчетный диаметр стент-графта (с учетом его полного раскрытия),

D_a – расчетный диаметр истинного канала по данным МСКТ до операции.

Помимо этого расчетный диаметр истинного канала на уровне перешейка (вычисленный из формулы $D=P/\pi$, где D – расчетный диаметр, P – длина окружности истинного канала) в I и II группах сравнивался с диаметром истинного канала на уровне перешейка, измеренным интраоперационно.

$$\text{Intra- and Preoperative True Lumen Rate} = (D_{\text{intra}} / D_{\text{pre}}) \times 100\%$$

где D_{intra} – диаметр истинного канала, измеренный интраоперационно, D_{pre} – расчетный диаметр истинного канала на уровне перешейка по данным МСКТ аорты.

Учитывая то, что определяющее значение при выборе размера стент-графта играет именно интраоперационное измерение истинного канала, в группе гибридных вмешательств вычислялся также фактический (интраоперационный) oversizing в области перешейка.

$$\text{Intraoperative Oversizing ratio} = (D_{\text{stent}} - D_{\text{intra}})/D_{\text{intra}} \times 100\%,$$

где D_{stent} – размер выбранного стент-графта (или гибридного графта) с учетом его полного раскрытия.

D_{intra} – размер истинного канала аорты на уровне перешейка, измеренный интраоперационно шаблоном.

Отношения размеров истинного канала Taper Ratio и Taper Ratio Distal высчитывались по формулам, представленным ниже:

$$\text{Taper Ratio} = (D_{\text{переш}} - D_{\text{ЛП}})/D_{\text{ЛП}} \times 100\%,$$

где $D_{\text{переш}}$ – размер истинного канала аорты на уровне перешейка,

$D_{\text{ЛП}}$ – размер истинного канала аорты на уровне левого предсердия.

$$\text{Taper Ratio Distal} = (D_{\text{distal}} - D_{2\text{distal}})/D_{2\text{distal}} \times 100\%,$$

где D_{distal} – размер истинного канала аорты на уровне дистального края стент-графта,

$D_{2\text{distal}}$ – размер истинного канала аорты на 2 см дистальнее края стент-графта.

При волюметрическом анализе выполнялось измерение объема истинного канала и общего объема аорты на каждом из описанных выше сегментов. На аксиальных срезах измерялись площади истинного канала или площади всего поперечного среза аорты на 8-10 уровнях, далее автоматически генерировались отсутствующие ROI срезы, после чего программа автоматически высчитывала объем изучаемой области. При анализе МСКТ аорты с нерегулярными срезами замеры всех площадей производились вручную с последующим подсчетом программой объема. Ремоделирование аорты трактовались в соответствии со стандартами, применяющимися в оценке эффективности эндоваскулярного лечения (TEVAR) (Fillinger, M.F., 2010): 10% изменение считалось значительным, увеличение объема истинного канала на >10% на фоне стабильного объема ложного канала или уменьшение общего объема аорты на >10% на фоне стабильного объема истинного канала считалось положительным remodelированием, любые изменения менее 10%

трактовались как стабильное ремоделирование, все остальные изменения – как отрицательное ремоделирование (Рис. 2.6.). К положительному ремоделированию (зеленым цветом на Рис 2.3.) отнесены увеличение объема истинного канала на фоне стабильного общего просвета аорты и уменьшение общего просвета на фоне стабильного объема истинного канала. Также к положительному ремоделированию отнесено теоретически возможное уменьшение объема истинного канала и общего объема аорты на фоне увеличения отношения истинного канала к общему размеру аорты. Изменения менее 10% считаются стабильным ремоделированием (белым цветом), все остальные изменения отнесены к отрицательному ремоделированию (красным цветом).

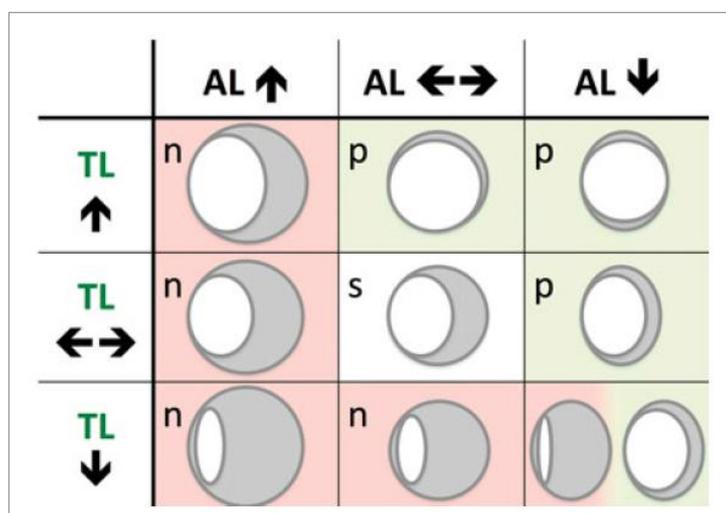


Рис. 2.3. Варианты ремоделирования аорты (Dohle D-S, 2016).

P – positive remodeling (положительное ремоделирование)

S – stable remodeling (стабильное ремоделирование)

N – negative remodeling (отрицательное ремоделирование)

TL – true lumen (истинный канал)

AL – aortic lumen (общий просвет аорты)

Коронарная ангиография выполнялась при наличии ишемической болезни сердца или возрасте пациентов мужского пола более 45 лет и женского пола – более 55 лет. При этом важно отметить, что данное исследование не выполнялось пациентам с нестабильной гемодинамикой и в острейшем периоде расслоения (первые сутки после первичной

манифестации). Исследование выполнялось на аппарате AdvantxLC+ (General Electric; США), до 2009 года. С 2010 года используется аппарат ALLURAXPERFD10 (Phillips, Нидерланды). В основном использовалась пункционная катетеризационная ретроградная аортография по Сельдингеру через правую бедренную артерию. Все исследования анализировались просмотрной компьютерной станции HP Visualize B 180 Lc программным обеспечением Advantage CRS (фирмы General Electric; США) и при помощи стандартного программного обеспечения, включенного в ангиографический аппарат ALLURA XPER FD10 тремя опытными специалистами, включая хирурга, независимо друг от друга.

При постановке диагноза использовалась классификация расслоения аорты по DeBaakey (1966, в дополнении Белова Ю.В., 2000), стадия расслоения выставлялась по классификации Wheat (1965). Степень аортальной регургитации определяли на основании классификации Teague (1990) по данным доплерографии, различающей четыре степени аортальной регургитации по длине ее струи: I степень (незначительная) – струя регургитации регистрируется под створками клапана; II степень (умеренная) – струя регургитации выходит за пределы выходного тракта левого желудочка; III степень (средняя) – струя регургитации выходит за пределы выходного тракта, но не достигает уровня папиллярных мышц; IV степень (выраженная) – струя регургитации выходит за уровень папиллярных мышц.

Все включенные в исследование клинические наблюдения, учитывая диагноз расслоения I типа по DeBaakey (то есть расслоение всей аорты, включая ее восходящий отдел), в соответствии с Европейскими Рекомендациями по лечению патологии аорты (2014) требовали хирургического вмешательства. Также необходимо отметить, что в случае острого расслоения аорты, все пациенты госпитализировались непосредственно в отделение кардиореанимации с последующим проведением экстренного хирургического вмешательства.

2.2. Характеристика выполненных операций и интраоперационная тактика.

Вмешательства во всех трех группах осуществлялись через полную продольную стернотомию в условиях искусственного кровообращения, умеренной гипотермии и кардиopleгии. Во всех случаях проводилась сбалансированная многокомпонентная анестезия на основе пропофола, мидазолама, кетамина, фентанила и севофлюрана. Поддержание миоплегии осуществляется дробным введением пипекурониума бромида. Искусственную вентиляцию лёгких проводили аппаратами ИВЛ Dräger (Германия).

Искусственное кровообращение осуществлялось на аппаратах («Stokert» (Германия) с одноразовыми мембранными оксигенаторами («Baxter» и «Quadrox» (США). Подключение артериальной магистрали для ИК осуществлялось либо через правую подключичную артерию, либо через дугу аорты с последующим переключением в браншу протеза, либо через бедренную артерию (редко, выполнялось только при расслоении обеих ОСА и ПкЛА и отсутствии расслоения в НПА И ОПА). Использование правой подключичной артерии выполнялось чаще всего ввиду удобства проведения через нее перфузии головного мозга (с пережатием брахиоцефального ствола). Некоторые авторы рекомендуют проведение бигемисферальной антеградной перфузии головного мозга путем установки баллонного катетера непосредственно в устье БЦС, однако мы считаем подобную практику порочной, так как при «низкой» бифуркации брахиоцефального ствола есть риск установки катетера в устье правой подключичной артерии и неадекватной перфузии головного мозга. Подключение венозной магистрали осуществлялось двухпросветной канюлей, либо выполнялась отдельная канюляция верхней и нижней полых вен, либо – канюляция общей бедренной вены по Сельдингеру в области сафенофemorального соустья. Также на выбор метода канюляции влияло наличие ранее перенесенных вмешательств через стернотомный доступ (показание к полному периферическому ИК с выполнением стернотомии не ранее, чем по достижению целевого уровня

гипотермии), сопутствующая кардиальная патология, а также тип применяемого кардиоплегического раствора.

Дренаж левого желудочка устанавливали через правую верхнюю лёгочную вену, используя специальную канюлю с жёстким стилетом. Контроль за его проведением осуществляли с помощью пальпации через стенку желудочка и ретроградного поступления крови. Объём забора крови регулировался хирургом в зависимости от хирургической ситуации и составлял в среднем 100-500 мл/мин.

Для обеспечения адекватной гипокоагуляции во время хирургического вмешательства использовали гепарин в расчётной дозе 4 мкг/кг веса пациента. Для нейтрализации антикоагулянтного действия гепарина использовался протамина сульфат в расчётной дозе 1,3 мг протамина к 1 мг гепарина под контролем коагулограммы.

С целью защиты миокарда использовались кардиоплегические растворы «Консол» (в 49 случаях) или «Кустодиол» (у 14 больных), в 15 случаях выполняли тепловую кровяную кардиopleгию. Антеградная кардиopleгия выполнялась селективно (в устья обеих коронарных артерий). «Консол» использовали в количестве не менее 800 мл при его температуре +4-5° С. При необходимости, каждые 40 мин, осуществляли повторные инфузии в объёме 400 мл. «Кустодиол» использовали в количестве 3000 мл с эвакуацией последнего из правого предсердия «грязным» отсосом. С 2016 года в рутинной практике в отделении с целью защиты миокарда используется кровяная кардиopleгия.

После проведения кардиopleгии переходили к основному этапу хирургического вмешательства. Характер хирургической коррекции окончательно определялся на основании совокупности данных дооперационных исследований, ЧП-ЭхоКГ, а также непосредственной ревизии аорты и аортального клапана.

В более ранние годы (III группа пациентов) методом выбора при расслоении всей аорты считались проксимальные реконструкции (Рис. 2.4).

Таким образом 13 пациентам выполнено протезирование восходящего отдела аорты с реконструкцией на корне и при необходимости на аортальном клапане (супракоронарное протезирование ВоА, операция Bentall, операция David) – в таком случае в половине случаев использовалась техника открытого дистального анастомоза с кратковременным циркуляторным арестом на гипотермии от 22 до 32°C (как правило без перфузии головного мозга). Другим вариантом проксимальной реконструкции было протезирование восходящего отдела аорты в сочетании с заменой ее полудуги (операция Hemiarch, выполнена у 14 пациентов), в таком случае в качестве температурного режима использовалась глубокая (22-25°C) или умеренная (26-28°C) гипотермия с антеградной моно- (у 8 пациентов) и бигемисферальной (в 9 случаях) перфузией головного мозга. Более глубокие уровни гипотермии у пациентов группы III обусловлены выполнением вмешательств в более ранние годы (до смены тактики защиты головного мозга в РНЦХ по мере накопления опыта).

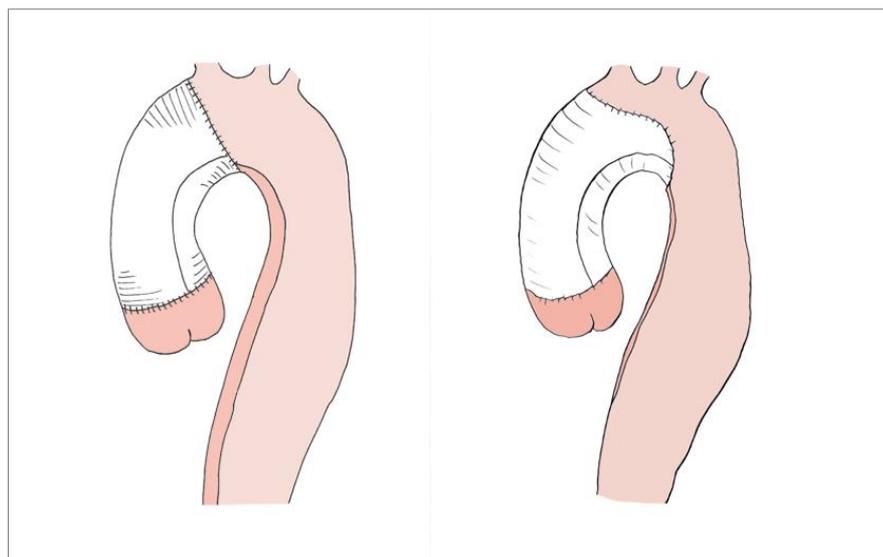


Рисунок 2.4 Схемы вмешательств III группе исследования:

А – Протезирование восходящего отдела аорты

Б – Операция hemiarch (протезирование полудуги аорты)

В I и II группах пациентов соответственно выполнялись более радикальные вмешательства на грудной аорте: операции Elephant Trunk и Frozen Elephant Trunk соответственно (Рис.2.5). Данные вмешательства достаточно схожи по оперативной тактике и очередности выполнения этапов, за исключением особенностей имплантации «хобота» в одном и гибридного графта (или стент-графта) – в другом случае. Подобные вмешательства выполнялись в условиях умеренной гипотермии (24-26° С), циркуляторного ареста и антеградной перфузии головного мозга. В группе гибридных вмешательств при операции Frozen Elephant Trunk с целью последующей корректной имплантации гибридного протеза (либо при интраоперационном стентировании – с целью ретроградного проведения стент-графта) на дооперационном этапе под рентген-контролем через бедренную артерию устанавливался интродьюсер с проводником в истинном канале аорты, доведенным до дистальной части восходящей аорты.

Антеградная перфузия головного мозга проводилась через баллонные катетеры в бигемисферальном режиме, начиная с объемной скорости 10 мл/кг мин. С помощью транскраниальной доплерографии и церебральной оксиметрии проводилась коррекция объемной скорости и оценка ее адекватности. Фармакологическая защита в период ЦА осуществлялась с помощью тиопентала натрия, маннитола, β -адреноблокаторов, блокаторов кальциевых каналов, кортикостероидных гормонов, мексидола, лидокаина и др.

Интраоперационный мониторинг проводился несколькими методами: транскраниальной доплерографией («АНГИОДИН-2К», БИОСС, Россия) с двухканальным билатеральным мониторингом кровотока в среднемозговой артерии и автодетекцией микроэмболии. При ИК и АПГМ оценивались максимальная систолическая скорость кровотока и индекс периферического сопротивления. Во время ИК и АПГМ измерялась максимальная линейная скорость кровотока, которую поддерживали на уровне не менее 20 см/с. Анализировалась симметричность кровотока по обоим среднемозговым

артериям, при этом допустимой считается асимметрия кровотока не более 25%. Также осуществлялся мониторинг региональной оксигенации с целью оценки церебральной оксигенации (лазерный тканевой оксиметр FORE-SIGHT™, CAS Medical System's™, США). С целью управления температурой тела у всех больных использовался водяной матрас NICO-Aquatherm 660 (Hitrz, Германия), также дополнительно применялось воздушное подогревающее устройство Bair Hugger (3M, США). Согревание больных начиналось при поступлении в операционную (целевая центральная температура 36° С) и продолжалось до начала ИК. После основного этапа во время ИК согревание осуществлялось поэтапно, параллельно росту температуры в теплообменнике аппарата ИК. Мониторинг центральной температуры проводился в мочевом пузыре и носоглотке, также дополнительно мониторировалась периферическая температура.

Во всех случаях пациентам группы I была выполнена операция с модифицированным дистальным анастомозом, которая заключается в имплантации «хобота» в истинный канал отдельно (на изогнутом зажиме) и дальнейшим формированием дистального анастомоза с включением стенки «хобота», стенки аорты, протеза дуги и тефлоновой полоски, более подробно техника представлена в главе III.

Что касается группы гибридных операций (II), в нее вошли больные, перенесшие операции «замороженного хобота слона» (Frozen Elephant Trunk, FET). В РНЦХ применялись несколько вариантов выполнения операции FET:

- 1) Интраоперационная установка гибридного протеза через открытую дугу аорты по ходу предварительно установленного в истинный канал проводника с дальнейшим раскрытием и фиксацией стент-графта в истинном канале нисходящей грудной аорты.
- 2) Операция Vorst (с имплантацией брахиоцефальных ветвей в протез аорты на единой площадке либо с поочередным протезированием ветвей дуги аорты) с последующей транспортировкой больного в рентгенэндоваскулярную операционную, где выполняется эндоваскулярный этап лечения.

3) Установка в рентгенэндоваскулярной операционной интродьюсера и катетера для проведения стент-графта в общую бедренную артерию. После этого пациент переводится в кардиохирургическую операционную, где во время циркуляторного ареста осуществляется выведение стент-графта в дугу аорты и под визуальным контролем осуществляется его раскрытие и фиксация.

Наиболее удобным вариантом, безусловно, являются операции с использованием гибридных протезов, однако на этапе становления гибридной хирургии в России гибридные графты не были зарегистрированы, следовательно в РНЦХ гибридные протезы не всегда были доступны, что зачастую требовало использования альтернативных методик.

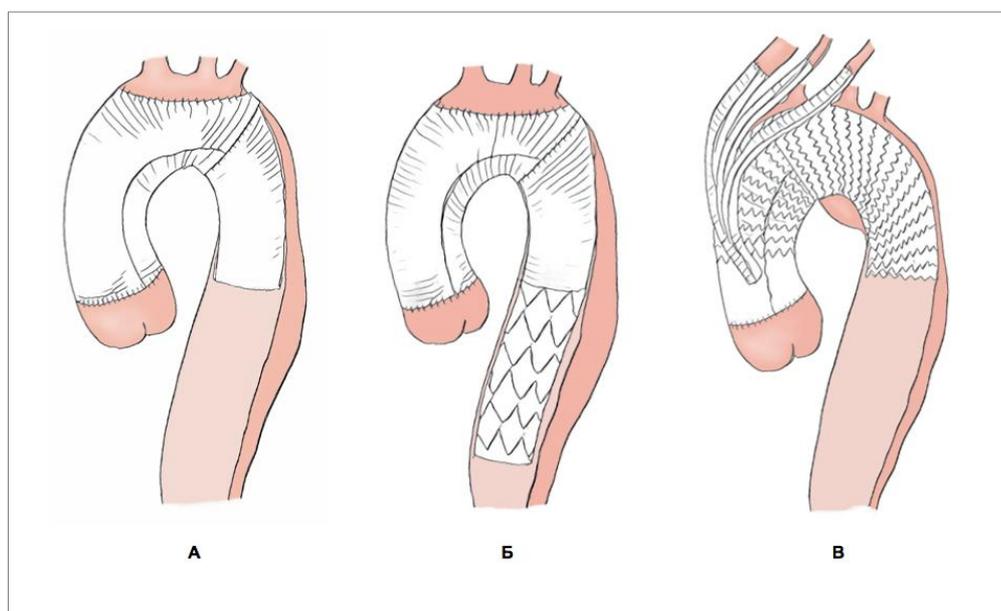


Рисунок 2.5. Схемы вмешательств в I и II группах исследования:

А – Операция Elephant Trunk («хобот слона», с гемодинамической коррекцией I типа в дистальном анастомозе; выполнялась в I группе пациентов)

Б – Операция Frozen Elephant Trunk («замороженный хобот слона», выполнена у большинства пациентов в группе II)

В – Гибридная операция II типа (сочетает в себе протезирование восходящего отдела аорты с/без протезирования полудуги аорты и стентирование грудной аорты, выполнена в 3 случаях в группе II)

Следует также отметить, что в группе II трем пациентам были выполнены гибридные вмешательства II типа (протезирование восходящего отдела аорты (с или без операции hemiarch) в сочетании с ее тотальным дебрингом и последующей имплантацией стент-графта), с целью удобства оценки послеоперационных результатов данные пациенты были включены в группу вместе в операциями FET. При анализе интраоперационных результатов (длительности ИК, ИМ, ЦА и т.д.) данные 3 пациента не учитывались.

С целью профилактики параплегии, на до-, интра- и послеоперационном этапах (первые 2-3 суток) в группе гибридных операций осуществлялся контроль уровня давления в спинномозговом канале (не более 12 мм.в.ст.) и при необходимости дренаж спинномозговой жидкости (Liquoguard, Germany), в послеоперационном периоде в данной группе больных поддерживалось среднее артериальное давление не ниже 80 мм.рт.ст.

С момента поступления в реанимацию с периодичностью каждые 3 часа проводилось исследование газового состава артериальной и смешанной венозной крови, электролитного состава крови, кислотно-щелочного состояния, уровня лактата. Исследование проводили в биохимической экспресс-лаборатории «Chiron 860» (Германия).

Группы сравнивались по пред-, интра- и ранним послеоперационным показателям, а также выживаемости, частоте осложнений и данным МСКТ аорты (если таковые имелись в группе III). Группы были сопоставимы по предоперационным параметрам, за исключением категории пациентов с дисплазией соединительной ткани (в группе II достоверно ниже по сравнению с группами I и III). Не было выявлено достоверных различий по характеру вмешательств на проксимальном отделе аорты, в группах I и II варианты реимплантации брахиоцефальных ветвей и формирования дистального анастомоза также достоверно не отличались.

Подробная характеристика выполненных вмешательств представлена в Таблице 2.2.

Таблица 2.2.

Характер реконструкций корня аорты и сочетанных вмешательств.

Параметр	I группа (n=22)	II группа (n=29)	III группа (n=27)	ВСЕГО (n=78)	Значение р
Реимплантация БЦВ на единой площадке	9 (40,9)	12 (41,4)	-	-	0,973*
Реимплантация БЦВ многобраншевым протезом	12 (54,5)	10 (34,5)	-	-	0,152*
Реимплантация БЦВ трифуркационным протезом	1 (4,5)	7 (24,1)	-	-	0,057*
Проксимализация дистального анастомоза	5 (22,7)	7 (24,1)	-	-	0,906*
Перевязка левой ПкЛА (без реимплантации)	4 (18,2)	5 (17,2)	-	-	0,930*
Объем реконструкции на проксимальном отделе аорты:					
Супракоронарное ПВА	3 (13,6)	9 (31,0)	5 (18,5)	17 (21,8)	0,289
Супракоронарное ПВА с пластикой	3 (13,6)	7 (24,1)	3 (11,1)	13 (16,6)	0,385
корня аорты/АОК	/	/	/	/	
Операция Bentall-DeVono	5 (22,7)	1 (3,4)	8 (29,6)	14 (17,9)	0,473
ПВА + ПАК	9 (40,9)	8 (27,6)	7 (25,9)	24 (30,8)	0,177
Операция David	0	2 (6,9)	0	2 (2,6)	0,607
Реконструкция аорты выполнена в сочетании с:					
АКШ/МКШ	2 (9,1)	4 (13,8)	3 (11,1)	9 (11,5)	0,870
Пластика МК	2 (9,1)	0	0	2 (2,6)	0,982
Протезирование ТК	0	1 (3,4)	0	1 (1,3)	0,425

Значения р представлены между тремя группами. * Сравнительный анализ между группами I и II.

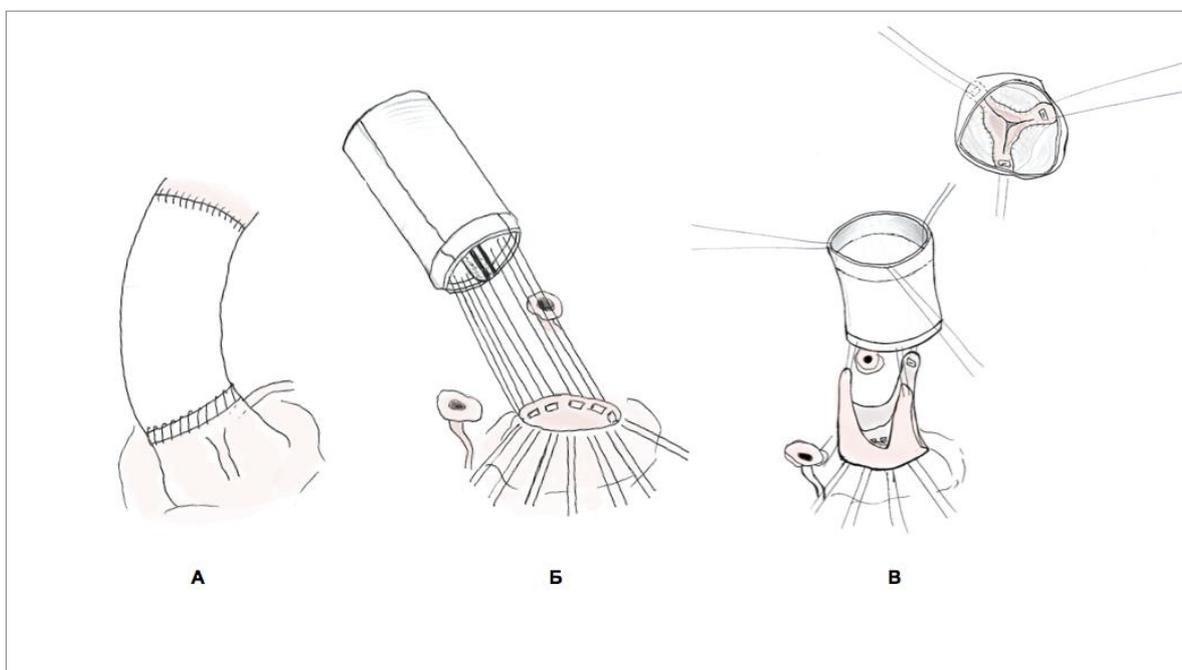


Рисунок 2.6. Различные варианты вмешательств на восходящем отделе аорты и аортальном клапане:

А – Супракоронарное протезирование восходящего отдела аорты (с/без пластики корня аорты и/или аортального клапана);

Б – Операция Bentall-DeVono – протезирование аортального клапана и восходящего отдела аорты единым кондуитом;

В – Операция David – реимплантация собственного аортального клапана в протез восходящего отдела аорты.

2.3. Характеристика послеоперационного контроля за оперированными пациентами, методы статистической обработки результатов

Во всех группах оценивалась частота развития сердечно-сосудистых осложнений, а также летальных исходов (ассоциированных и неассоциированных с аортальной патологией и проведенным хирургическим лечением). При оценке послеоперационных осложнений использовались стандарты описания и классификации, принятые ведущими клиниками мира, в частности входящими в клиническое исследование “ARCH project” (Yan T.D., 2014). С целью анализа качества жизни опрашиваемых (по телефону) пациентов использовался опросник SF-36 (The Short Form-36). Сбор MCKT до операции и на момент выписки производился про- и ретроспективно с

использованием базы данных РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского, послеоперационные МСКТ пациенты выполняли по месту жительства и высылали на контактный электронный адрес отделения хирургии аорты и ее ветвей. Прооперированные пациенты выписывались с рекомендациями о выполнении данного исследования через 3 (при остром расслоении), 6 и 12 месяцев и далее ежегодно. В группе III 7 из пациентов были недоступны, судьба их неизвестна. Таким образом, МСКТ-контроль в среднеотдаленном периоде у выписанных пациентов составил 95%, 92% и 14% в группах I, II и III соответственно. Средний период наблюдения составил 32 ± 21 месяцев. Все данные, полученные при регулярных МСКТ аорты были обработаны и проанализированы с использованием программы OsiriX, version 5.5.2 (Pixmco Sàrl, Bernex, Switzerland). На предоперационных компьютерных томограммах оценивались все фенестрации, их локализация и размеры, распространение расслоения на брахиоцефальные ветви, висцеральные органы и нижние конечности. На послеоперационных исследованиях оценивалась хирургическая реконструкция, проходимость брахиоцефальных и висцеральных ветвей, состояние ложного канала (тотальный тромбоз, частичный тромбоз, проходимый ложный канал) в сегментах аорты, производился подробный планиметрический и волюметрический анализ в динамике (протокол представлен в главе 2.1.2).

Статистический анализ данных проводился при помощи программы SPSS 17.0 (SPSS, Inc, Chicago, USA).

Нормальность распределения непрерывных переменных определялось при помощи критерия Колмогорова. При нормальном распределении использовался парный t-тест Student (для сравнения двух групп) и однофакторный дисперсионный анализ ANOVA (для трех групп). В случае ненормального распределения непрерывных данных при сравнении двух групп использовались тесты Wilcoxon (для зависимых выборок) и Mann-Whitney (для независимых), при сравнении трех групп применялся критерий Kruskal-Wallis. Категориальные переменные сравнивались при помощи

точного теста Fisher или теста χ^2 .

При оценке выживаемости, свободы от повторных и дополнительных операций на аорте, аорто-ассоциированной смерти, отрицательного ремоделирования, а также анализе скорости тромбирования ложного канала использовался метод Kaplan-Meier. Все тесты выполнялись двухвыборочно (two-tailed), статистические различия считались достоверными при $p < 0,05$. Факторный анализ выполнен методом бинарной логистической регрессии с использованием метода выбора значимых факторов по прямому методу Wald (порог $p < 0,05$).

ГЛАВА 3. Общие принципы хирургической техники и обеспечения вмешательств Elephant Trunk и Frozen Elephant Trunk при расслоении аорты I типа по DeBakey

Несмотря на продолжающиеся споры о тактике лечения расслоения всей аорты, особенно в острую стадию, наиболее распространенным среди ведущих клиник мира является максимально радикальный подход к лечению, включающий протезирование дуги аорты с имплантацией «хобота слона» или же гибридного стент-графта.

Основной чертой, объединяющей все операции на дуге аорты, является необходимость выполнения части реконструкции на циркуляторном аресте в режиме гипотермии, что делает подобные вмешательства одними из наиболее сложных в аортальной хирургии не только с точки зрения самой оперативной техники, но и с позиции анестезиологического и перфузиологического обеспечения вмешательств.

3.1. Подключение искусственного кровообращения. Защита головного мозга и висцеральных органов

Говоря об интраоперационных протоколах при реконструкциях дуги аорты, следует начать с особенностей подключения ИК: в РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского стандартно выполняется подключение артериальной магистрали в правую подключичную артерию, что является наиболее распространенным в мировом сообществе подходом (Tivari K.K., 2010). В ряде случаев выполняется подключение ИК через протез к общей сонной артерии, и через общую бедренную артерию и даже непосредственно в истинный канал ВоА. Выбор того или иного варианта подключения ИК в каждом случае должен быть индивидуален и учитывать все особенности пациента: состояние гемодинамики, распространение расслоения на ветви аорты, наличие мальперфузии головного мозга и висцеральных органов, выраженность атеросклеротического процесса в магистральных сосудах и аорте, анамнез и

комплекцию пациента. Стандартные схемы подключения ИК представлены на Рисунке 3.1.

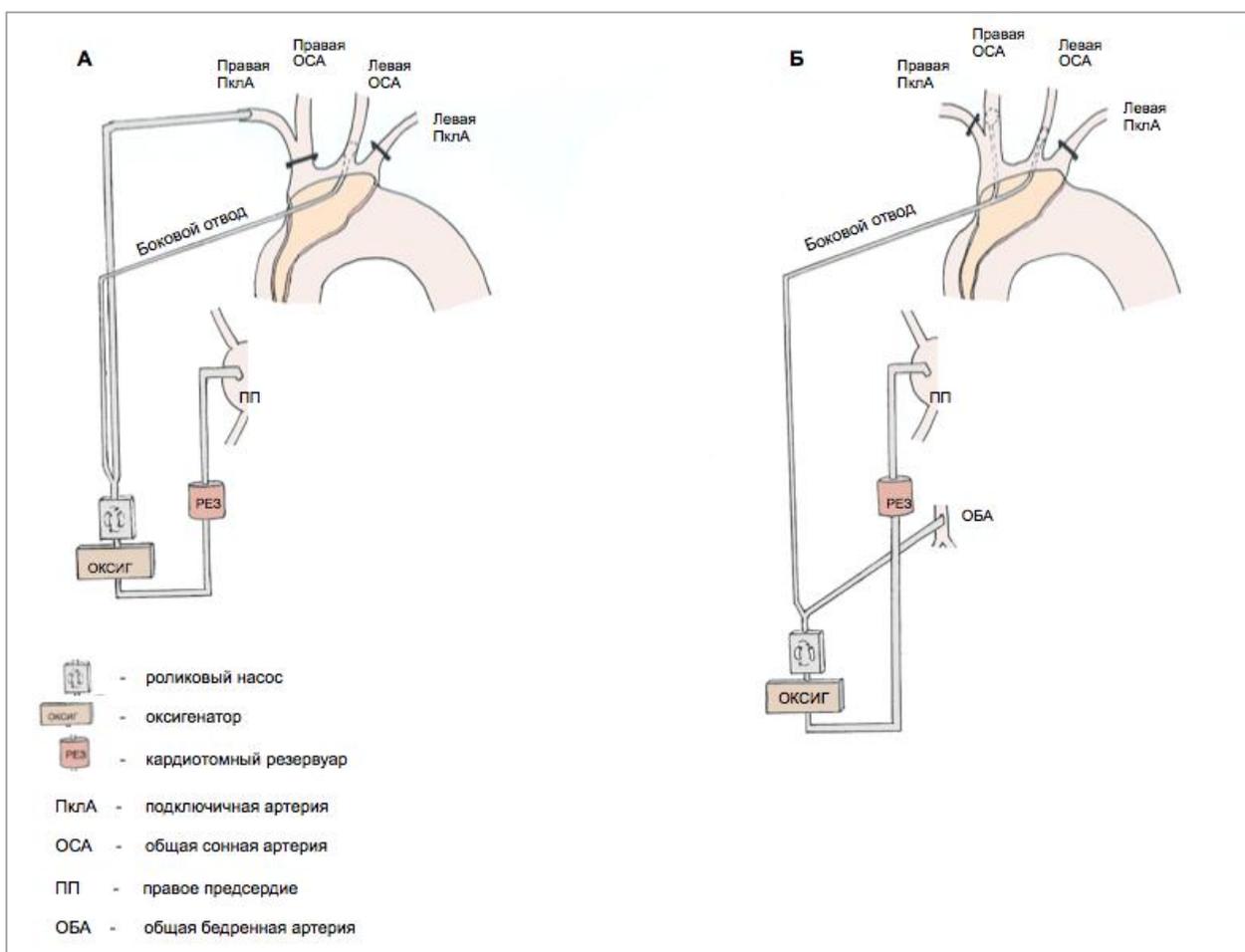


Рис 3.1. Схемы подключения искусственного кровообращения (ИК) и антеградной перфузии головного мозга. А - подключение артериальной магистрали через правую подключичную артерию, перфузия головного мозга проводится через правую подключичную артерию и (через баллонный катетер) левую общую сонную артерию. Брахиоцефальный ствол и левая подключичная артерия пережаты. Б – артериальная магистраль подключена через общую бедренную артерию. Перфузия головного мозга осуществляется через баллонные катетеры в правую и левую общие сонные артерии. Правая и левая подключичные артерии пережаты.

Важной задачей при выполнении реконструкций на циркуляторном аресте является защита головного мозга и висцеральных органов при помощи гипотермии (которая способствует снижению метаболизма в клетках) без или в сочетании с селективной перфузией головного мозга (антеградной моно- или

бигемисферальной, а также ретроградной). Несмотря на продолжающиеся споры относительно целесообразности использования того или иного метода защиты мозга и висцеральных органов (начиная от уровня гипотермии, заканчивая величиной объемной скорости перфузии головного мозга, температурой перфузата и методами мониторинга), мировое сообщество склоняется к применению умеренной гипотермии (26-29°C) в сочетании с антеградной бигемисферальной перфузией головного мозга с объемной скоростью перфузии 8-12 мл/мин/кг массы тела при перфузионном давлении 40-60 мм.рт.ст. при температуре 23-28°C.

В РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского в течение последнего десятилетия был осуществлен переход от глубокой гипотермии без перфузии головного мозга к умеренной гипотермии с бигемисферальной АПГМ при операциях ЕТ и FET (Рис. 3.2). В нашей практике за исходное значение объемной скорости перфузии мы считаем 10 мл/мин/кг. В качестве методов контроля эффективности защиты головного мозга в РНЦХ используются церебральная оксиметрия и транскраниальная доплерография. На основании одновременного снижения данных о церебральной оксигенации (по данным оксиметрии) и максимальной систолической скорости кровотока по средней мозговой артерии (по транскраниальной доплерографии) принимается решение о недостаточности объемной скорости АПГМ и необходимости ее увеличения. Признаки же гиперперфузии определяются в первую очередь по транскраниальной доплерографии, так как церебральная оксиметрия к ней менее чувствительна: согласно нашему опыту при гиперперфузии содружественные изменения в данных двух методах мониторинга обнаруживались всего в 30% случаев (Белов Ю.В., 2016).

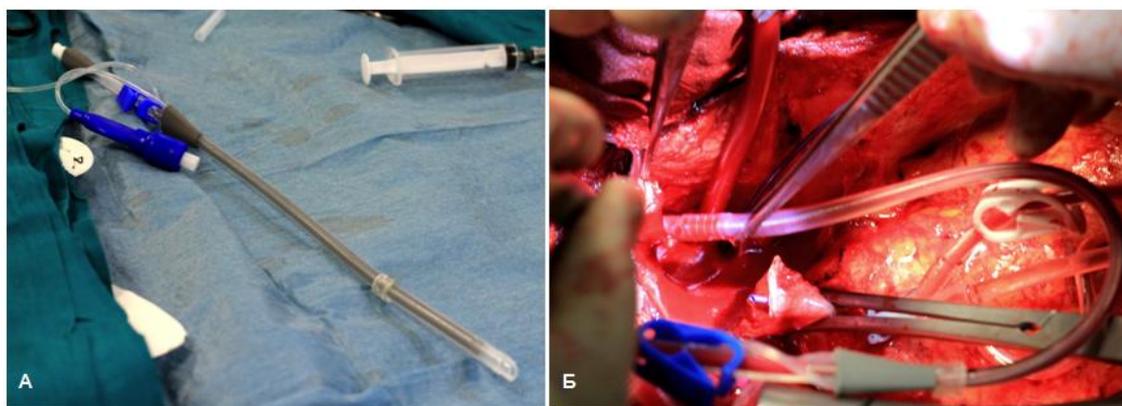


Рисунок 3.2. Баллонный катетер для антеградной перфузии головного мозга (А) и его имплантация в левую общую сонную артерию (Б).

3.2. Особенности гемостаза и принципы формирования дистального анастомоза при операциях Elephant Trunk и Frozen Elephant Trunk

Другой важной проблемой операций на дуге аорты является значительно более сложный гемостаз, что особенно актуально в острую стадию расслоения, а также у пациентов с дисплазией соединительной ткани. Наряду со сложным алгоритмом защиты органов, потенциальные коагулопатии вследствие длительного ИК являются серьезным аргументом у ряда хирургов, отказывающихся от реконструкций дуги аорты в пользу менее радикальных вмешательств. Рутинный протокол гемоконпонентов и гемостатических препаратов, безусловно, в данной группе операций внушительен: в РНЦХ это не менее 4 доз свежемороженой плазмы, 4 доз эритроцитарной массы, тромбоконцентрат, Протромплекс. Shrestha и соавт., при описании протокола подготовки в публикациях упоминают 8.24 ± 6.84 доз эритроцитарной массы, 7.71 ± 6.17 доз свежемороженой плазмы, 3.27 ± 1.53 доз тромбоконцентрат (Shrestha M., 2014). Необходимо отметить, что значимой проблемой является отсутствие в России человеческого фибриногена, который при подобных вмешательствах в Европе и США применяется протоколно.

Важным аспектом с точки зрения профилактики коагулопатии является сокращение длительности ИК, которое стало возможным благодаря уже упомянутой ранее селективной перфузии головного мозга и, как следствие,

возможности выполнения реконструкций на умеренной (а не глубокой) гипотермии. Также большую роль играет хирургическая тактика, а именно порядок выполнения анастомозов. Наиболее распространенной (в том числе и в РНЦХ) является так называемая “distal-first” техника (Coselli J.S., 2008), когда по достижении необходимой температуры тела на циркуляторном аресте с антеградной перфузией головного мозга формируется дистальный анастомоз, после чего либо сразу возобновляется ИК (через специальную боковую браншу) с согреванием пациента и последующим протезированием брахиоцефальных ветвей, либо ветви дуги имплантируются островковым методом и после этого возобновляется ИК (Рис.3.3.). Таким образом, во время согревания пациента выполняется реконструкция на восходящей аорте и ее корне, и к моменту завершения всей реконструкции температура тела пациента достигает нормотермии.

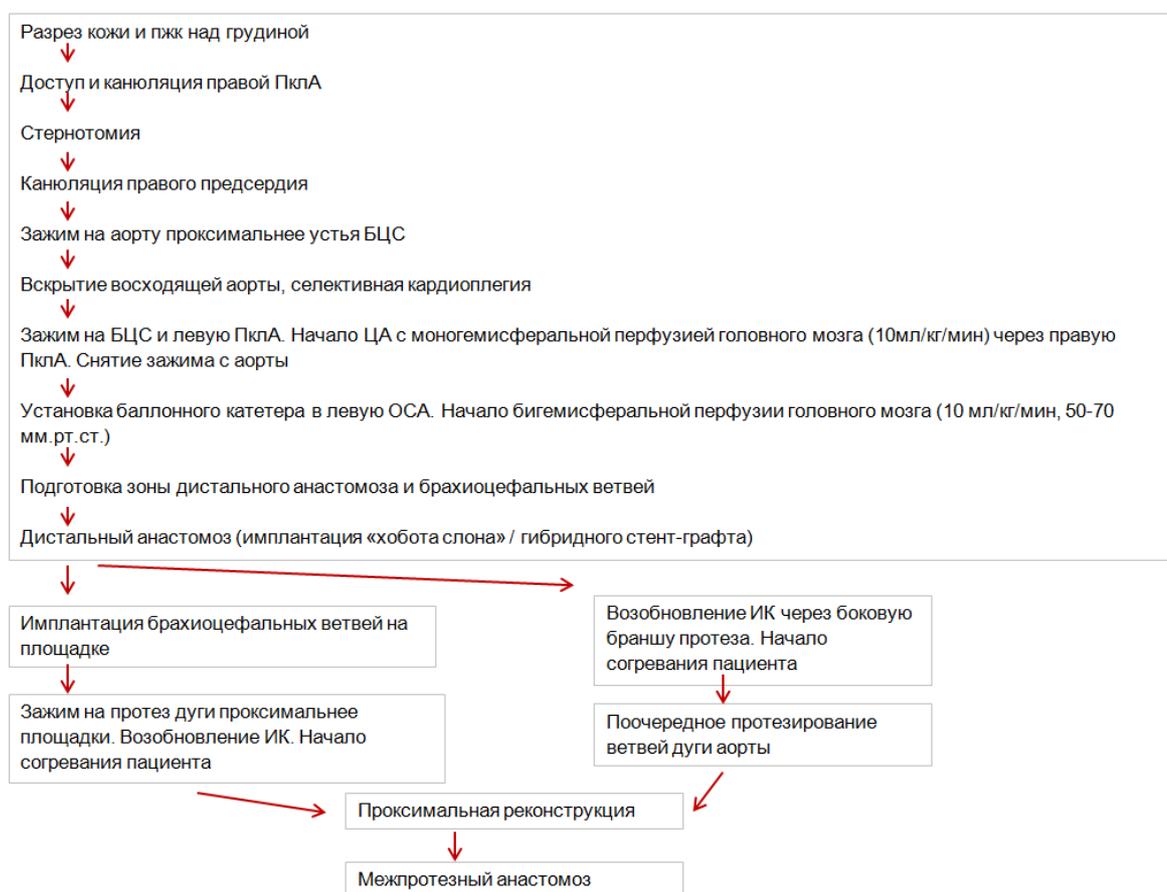


Рисунок 3.3. Хирургический протокол при протезировании дуги аорты (ЕТ или FET). Пжк – подкожно-жировая клетчатка; ПкЛА – подключичная артерия; БЦС – брахиоцефальный ствол; ЦА – циркуляторный арест; ОСА – общая сонная артерия.

3.3. Модификация дистального анастомоза при операции Elephant Trunk

Помимо стандартных методов укрепления анастомозов (П-образные швы на тефлоновых прокладках с закрытием ложного канала, тефлоновые полоски снаружи анастомоза, биологический клей Bioglue, гемостатическая губка Surgicel и порошок Perclot) влияние на герметичность шва оказывает и собственно способ формирования анастомоза; так, в РНЦХ внедрена в практику модификация дистального анастомоза (ссылка на патент), которая не только упрощает имплантацию «хобота» в истинный канал НГА, но и повышает герметичность зоны по сравнению с классической методикой (Рис.3.4-3.5). Суть модификации заключается в имплантации «хобота» отдельно от самого протеза дуги в истинный канал НГА на изогнутом зажиме.

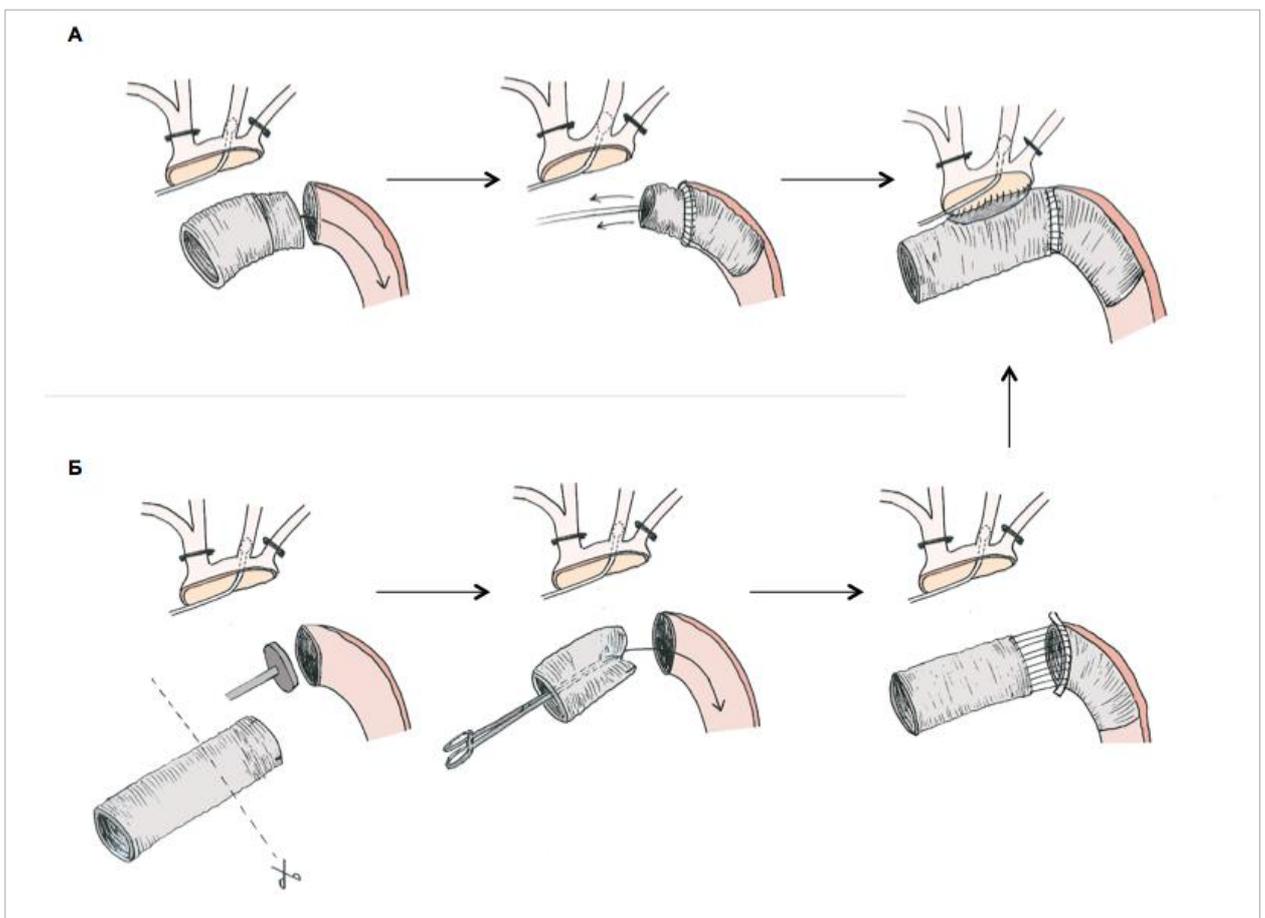


Рисунок 3.4. Схемы операций «хобот слона». А - классическая операции Elephant Trunk с имплантацией вывернутого «хобота», формированием дистального анастомоза и

дальнейшей дезинвагинацией протеза. Б – Модифицированный дистальный анастомоз. Выполняется измерение истинного канала нисходящей грудной аорты и в него отдельно на изогнутом зажиме имплантируется «хобот», далее формируется анастомоз с протезом дуги, «хоботом», стенкой аорты и тefлоновой полоской.

Особенно данная техника актуальна при хроническом расслоении, когда интима аорты ригидна, а истинный канал в своем диаметре обычно не превышает 2 см. Классическая методика ЕТ в данном случае потребует выполнения резекции интимы (то есть гемодинамической коррекции II типа – пуска кровотока в оба канала НГА), что колоссально снизит радикальность операции. Модификация же упрощает имплантацию «хобота» в истинный канал без рисков повреждения интимы или дислокации «хобота» при дезинвагинации протеза. Таким образом, сокращается длительность ЦА без потери радикальности вмешательства (выполняется пуск кровотока в истинный канал), достигается максимальная герметичность в зоне анастомоза (шов через «хобот», стенку аорты, протез дуги аорты и тefлоновую полоску) с четкой визуализацией интимы и ее «подхватыванием» в анастомоз.



Рисунок 3.5. Интраоперационные фотографии этапов выполнения модифицированного дистального анастомоза при операции Elephant Trunk.

При гибридных же вмешательствах герметичность в зоне дистального анастомоза достигается за счет раскрытия стент-графта вне зависимости от выбранного варианта операции Frozen Elephant Trunk (с использованием гибридного протеза или же с интраоперационной установкой стент-графта и его “подшиванием” вместе с тканями аорты и протезом дуги при формировании анастомоза). Более подробно гибридные реконструкции и их нюансы будут рассмотрены позже (Раздел 3.6).

3.4. Проксимализация дистального анастомоза.

Несмотря на представленные выше новейшие методики и технологии операций ET и FET, в ряде случаев формирование дистального анастомоза в его классической зоне (на 1 см дистальнее устья левой ПкЛА) не представляется возможным, например при выраженном расширении восходящего отдела или дуги аорты со смещением НГА и органов средостения влево. В данном случае элегантным решением проблемы является проксимализация дистального анастомоза: в литературе встречаются различные уровни проксимализации вплоть до формирования анастомоза на уровне устья БЦС (Kuki S., 2002) с «хоботом» до 15 см длиной. Однако излишне длинный мягкий «хобот» нам кажется нежелательным ввиду риска его перегиба с одной стороны и возможных тромбоэмболических осложнений в результате колебательных движений протеза в просвете аорты с другой стороны. Более того смещение анастомоза в зоны проксимальнее Z2 приводит к значимому «укорочению» хобота/стент-графта в НГА и тем самым снижает протяженность стабилизированной аорты. Наиболее распространенным уровнем при проксимализации является Z2 – между устьями левой ПкЛА и левой ОСА (Svensson L.G., 2001, Umeda Y., 2005). Известно, что методика достоверно уменьшает продолжительность искусственного кровообращения и селективной перфузии головного мозга, помимо этого проксимализация уменьшает риск развития параплегии (в то же время уменьшая протяженность стабилизированной аорты) и травмирования

возвратного гортанного нерва. Аналогичные результаты были получены и при гибридных вмешательствах с проксимализацией, что касается среднеотдаленных результатов, достоверной разницы в частоте повторных и дополнительных вмешательств, а также выживаемости по сравнению с пациентами контрольной группы получено не было (Tsagakis K., 2013).

Необходимо отметить, что принципиальным при вмешательствах на дуге аорты, особенно с проксимализацией дистального анастомоза, является тщательный анализ МСКТ аорты до операции, а также интраоперационная ревизия всех ветвей дуги аорты. Особое внимание следует уделять пациентам с аномальным отхождением левой позвоночной артерии (собственно от дуги аорты), когда выполнение проксимализации без реимплантации артерии может привести к фатальным осложнениям (Рис. 3.6). Нельзя не рассмотреть также вопрос о реваскуляризации левой ПкЛА, артерия чаще всего является наиболее дистальной ветвью дуги аорты и, как следствие, наименее доступной для реимплантации. Тем не менее, ее реваскуляризация исключительно важна, в противном случае возрастают риски инсульта в вертебробазиллярном бассейне (Mariscalco G., 2009), а также острой ишемии верхней конечности (Reese T.V., 2007; Dunning J., 2008; Feezor R.J., 2009). Особенно важным является сохранение левой ПкЛА при гибридных операциях, когда риски параплегии и так достаточно высоки ввиду перекрытия сегментарных артерий. Таким образом, согласно рекомендациям Европейского Общества Хирургов, мы выполняем реваскуляризацию левой ПкЛА во всех технически возможных случаях. При этом анастомоз с артерией можно выполнить как во время ЦА с последующим возобновлением ИК и началом согревания пациента и дальнейшей имплантацией оставшихся БЦВ, так и в самом конце операции (после завершения реконструкции).

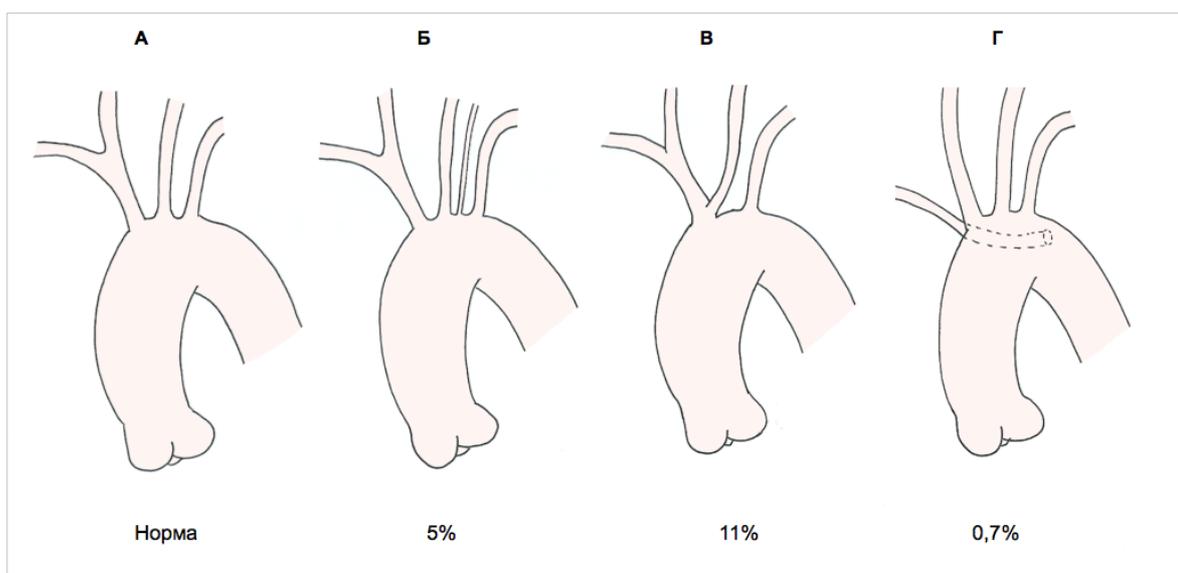


Рисунок 3.6. Наиболее распространенные варианты отхождения ветвей дуги аорты. Нормальный вариант отхождения брахиоцефальных ветвей: БЦС, левая ОСА и левая ПкЛА. А – нормальная анатомия брахиоцефальных артерий
 Б – левая позвоночная артерия отходит не от первой порции левой ПкЛА, а непосредственно от дуги аорты.
 В – «бычья дуга», когда левая ОСА отходит от БЦС.
 Г – дистальной ветвью дуги аорты является aberrантная правая ПкЛА (*arteria lusoria*), часто сочетающаяся с отдельно отходящими от аорты правой ПкЛА и правой ОСА. (Coselli JS, 2008).

Что касается реимплантации брахиоцефальных ветвей, мы не имеем каких-либо предпочтений; в представленной серии пациентов были использованы как многобраншевые протезы, так и островковая техника (на площадке) и даже в ряде случаев трифуркационные протезы. Ряд авторов указывают на риск развития аневризм площадок у пациентов с дисплазией соединительной ткани (Di Eusanio M., 2004), по нашему опыту при максимальном резецировании нативных тканей аорты и имплантации небольших площадок данного осложнения не наблюдалось. При выборе техники имплантации ветвей дуги аорты решающую роль играют распространение расслоения на брахиоцефальные сосуды, состояние (структура) стенок аорты и ее ветвей, а также длительность ЦА и перфузии головного мозга к моменту окончания формирования дистального анастомоза.

Принципиальным моментом является скорейшее восстановление кровотока по сонным артериям при наличии мальперфузии головного мозга у пациентов с острым расслоением. В подобных случаях первым этапом выделяется сонная артерия (стандартным доступом) и производится ее протезирование (либо конец протеза-в-бок артерии, либо конец-в-конец) с подключением артериальной магистрали для перфузии головного мозга.

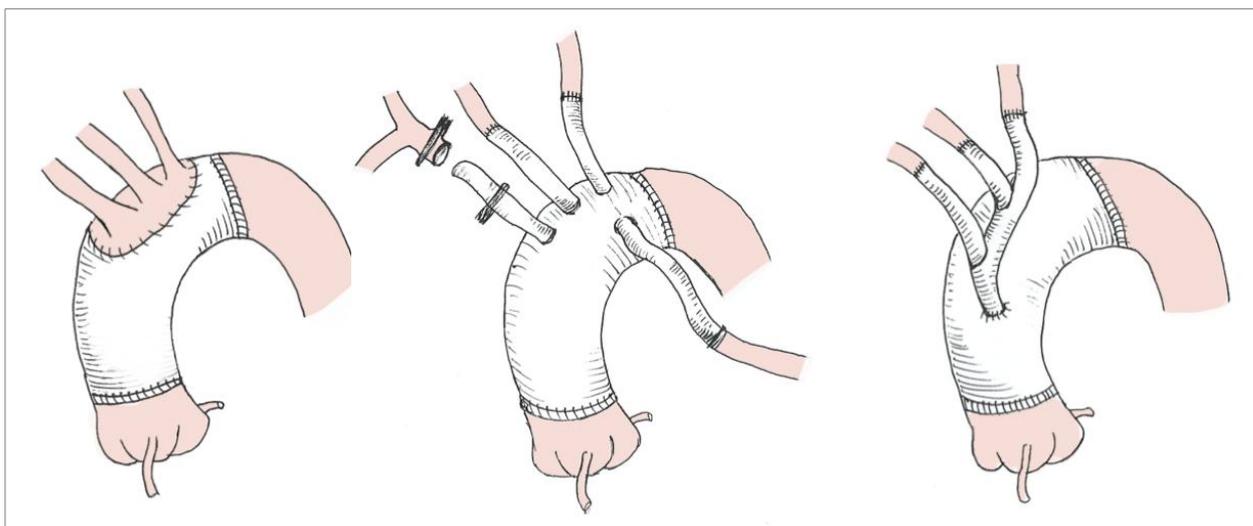


Рисунок 3.7. Варианты реимплантации брахиоцефальных ветвей, использованных при операциях Elephant Trunk и Frozen Elephant Trunk.

А – островковая техника;

Б – многобраншевый протез (на рисунке представлен протез с боковой браншей для подключения артериальной магистрали искусственного кровообращения);

В – трифуркационный протез.

3.5. Выбор оптимального объема вмешательства на дуге аорты при расслоении аорты I типа по DeBakey.

Целью хирургического лечения при расслоении I типа по DeBakey является не просто резекция проксимальной фенестрации с протезированием проксимальных сегментов аорты (то есть спасение жизни пациента), но и достижение тотального тромбоза ложного канала в нисходящей грудной аорте и максимальная стабилизация аорты дистальнее реконструкции. Учитывая данные Evangelista A. и соавт. (2012), 44% резидуальных фенестраций у

пациентов с расслоением всей аорты находятся в дистальной части дуги или проксимальном сегменте нисходящей грудной аорты. Это означает, что при выполнении нерадикального вмешательства (протезирование восходящего отдела аорты, полудуги или даже протезирование дуги) данные фенестрации не будут выключены из кровотока. Именно поэтому в РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского методом выбора при данной патологии являются операции Elephant Trunk и Frozen Elephant Trunk. При этом согласно нашему опыту в ряде случаев операция Elephant Trunk с пуском кровотока в истинный канал (т.е. гемодинамической коррекцией в дистальном анастомозе I типа) позволяет достичь тромбоза ложного канала в один этап. Это возможно именно у группы пациентов с резидуальной фенестрацией в дистальной части дуги или небольшой фенестрацией в проксимальном сегменте аорты, а также при полном отсутствии фенестраций в нисходящей грудной аорте. Таким образом, достигается максимальная стабилизация аорты в один этап без риска развития параплегии, а также других стент-ассоциированных осложнений. Техническая сложность операции Elephant Trunk связана с тем, что у данной категории пациентов истинный канал нисходящей грудной аорты зачастую сужен, а отслоенная интима при этом (часто при хроническом расслоении) ригидна. Все это делает имплантацию «хобота» в истинный канал аорты крайне затруднительной, что заставляет хирургов выполнять резекцию интимы в зоне дистального анастомоза и направлять кровотоки в оба канала (т.е. выполнять гемодинамическую коррекцию второго типа). Такой вариант операции полностью лишает ее радикальности и в разы увеличивает вероятность реопераций в среднем и отдаленном послеоперационных периодах. Используемая в РНЦХ модификация дистального анастомоза значительно упрощает имплантацию «хобота» даже при небольшом диаметре истинного канала и делает операцию Elephant Trunk методом выбора при подостром и хроническом расслоении и подходящем варианте локализации и размера фенестраций. Ниже представлен пример успешного хирургического лечения пациентки с расслоением всей аорты и дисплазией соединительной ткани.

Пациентка 65 лет поступила в РНЦХ с хроническим расслоением аорты I типа по DeBakey. При осмотре определяются признаки дисплазии соединительной ткани: астенического телосложения, «пергаментная» кожа, множественные рубцы, выраженная сосудистая сеть на грудной клетке, большое количество экхимозов и кровоподтеков. Также определяется искривление позвоночника, гипермобильность суставов, высокое небо. Из анамнеза известно, что пациентка перенесла двустороннюю сафенэктомию, перелом правого запястья; с детства миопия высокой степени. Пациентка осмотрена генетиком, выполнено ДНК-исследование, поставлен диагноз синдром Элерса-Данло, сосудистый тип.

По данным эхокардиографии определяется перикардиальный выпот: по передней и боковой стенкам правого желудочка – по 2,5, вдоль задне-боковой стенки - до 3,0 см. Диаметр ФКАК 25 мм, диаметр корня аорты – 40 мм. Аортальный клапан трехстворчатый, определяется регургитация I степени. Определяется пролапс митрального клапана (регургитация I степени) и недостаточность трикуспидального клапана II степени.

По данным МСКТ аорты с контрастированием определяется расслоение аорты, распространяющееся на восходящий отдел аорты (где заканчивается слепо), дугу и далее на всем протяжении аорты с переходом на устье левой общей подвздошной артерии (Рис. 3.8). Крупная фенестрация (размером 1,0 x 2,5 см) визуализируется в проксимальной части дуги аорты, мелкие фенестрации над бифуркацией аорты и в правой общей подвздошной артерии. Коронарные артерии и брахиоцефальные ветви отходят от истинного канала. Чревный ствол, верхняя брыжеечная артерия, правая почечная артерия отходят от истинного канала. Левая почечная и нижняя брыжеечная артерии отходят от двух каналов. Корень аорты диаметром 4,0 см, восходящая аорты – 6,2 см, дуга аорты – 4,9 см, аорта на уровне перешейка диаметром 4,4 см, на уровне левого предсердия – 4,0 см, на уровне устья чревного ствола – 3,0 см и над бифуркацией – 2,0 см.

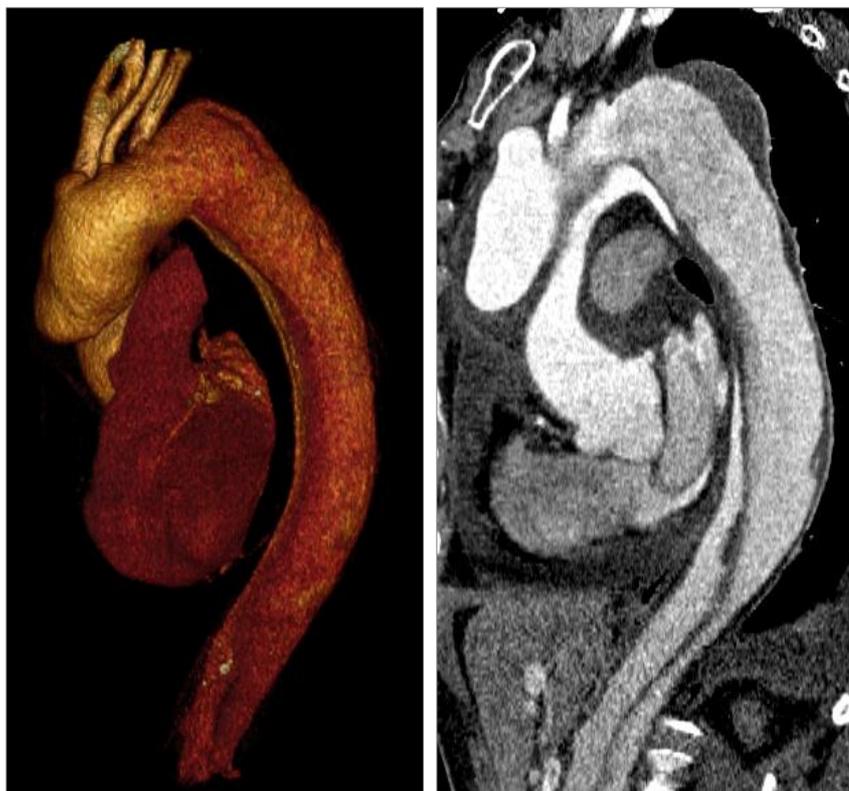


Рисунок 3.8. МСКТ аорты до операции. 3D модель (слева) и сагиттальный срез (справа).

Учитывая стадию расслоения, а также данные обследования (МСКТ аорты: отсутствие фенестраций в нисходящей грудной аорте) пациентке выполнено открытое хирургическое вмешательство: Протезирование восходящего отдела аорты с пластикой ее корня. Протезирование дуги аорты многобраншевым синтетическим протезом по модифицированной методике Н.Вorst.

Операция выполнена через полную продольную стернотомию. Подключение ИК осуществлялось через правую подключичную артерию (артериальная магистраль с боковым отводом для перфузии головного мозга) и правое предсердия (венозная магистраль). Пациентка охлаждена до 26 °С. Учитывая выраженное смещение аорты кзади и потенциальную техническую сложность формирования дистального анастомоза на уровне перешейка, принято решение выполнить его проксимализацию. Устье левой ПкЛА прошито и лигировано. Сформирован анастомоз между левой ПкЛА и протезом «Polythese» 8 мм по типу конец-в-конец. По достижении целевого

уровня гипотермии остановлено ИК, пережат БЦС (начата антеградная моногемисферальная перфузия головного мозга), вскрыт просвет аорты, в устье левой ОСА установлен баллонный катетер от бокового отвода (начата бигемисферальная перфузия мозга). Выполнена антеградная селективная кардиоплегия фармакохолодовым раствором «Консол». В нисходящую аорту на изогнутом зажиме низведен протез «Polythèse» 26 мм длиной 6 см и сформирован дистальный анастомоз между стенкой низведенного «хобота», аортой и трехбраншевым протезом "Polythèse" 30 мм. После подключения второй артериальной магистрали в первую браншу протеза дуги возобновлено ИК и начато согревание пациента. Поочередно сформированы анастомозы между браншами протеза дуги и левой ОСА и БЦС. Далее выполнено протезирование восходящей аорты с пластикой корня тефлоновой полоской-прокладкой снаружи анастомоза. Стандартное завершение операции. Длительность ИК: 128 мин. ИМ: 70 мин. Циркуляторный арест: 30 мин. Бигемисферальная перфузия головного мозга - 24 мин, моногемисферальная - 13 мин. Кровопотеря 700 мл.

Пациентка выписана на 10-е сутки после операции. На МСКТ аорты при выписке область реконструкции без перегибов, затеков контрастного вещества не выявлено. Сохраняется визуализация истинного и ложного каналов перешейка и нисходящей грудной аорты от уровня дистального анастомоза с протезом. Ложный канал практически полностью тромбирован (отмечается его частичное локальное контрастирование за счет мелкой фенестрации (2мм) на уровне дистального конца «хобота»). От уровня левой почечной артерии наблюдается полное контрастирование истинного и ложного каналов (без признаков тромбоза).

При динамическом наблюдении с выполнением МСКТ через 6, 12 и 18 месяцев после операции отмечено положительное ремоделирование аорты вплоть до полной регрессии ложного канала в интрамуральную гематому (Рис. 3.9).

Представленный клинический пример доказывает, что при корректном выборе пациентов (отсутствие фенестраций в нисходящей грудной аорте или небольшая фенестрация в ее проксимальном отделе или дистальном отделе) модифицированная операция Elephant Trunk позволяет достичь полной стабилизации аорты и, в ряде случаев, полной регрессии ложного канала. Особенно актуальным данный вариант хирургического лечения является у пациентов с дисплазией соединительной ткани, ввиду прогрессирующего течения заболевания и, как следствие, неэффективности проксимальных реконструкций, а также по причине высокого риска развития стент-ассоциированных осложнений у данной категории больных при выполнении радикальных гибридных вмешательств.

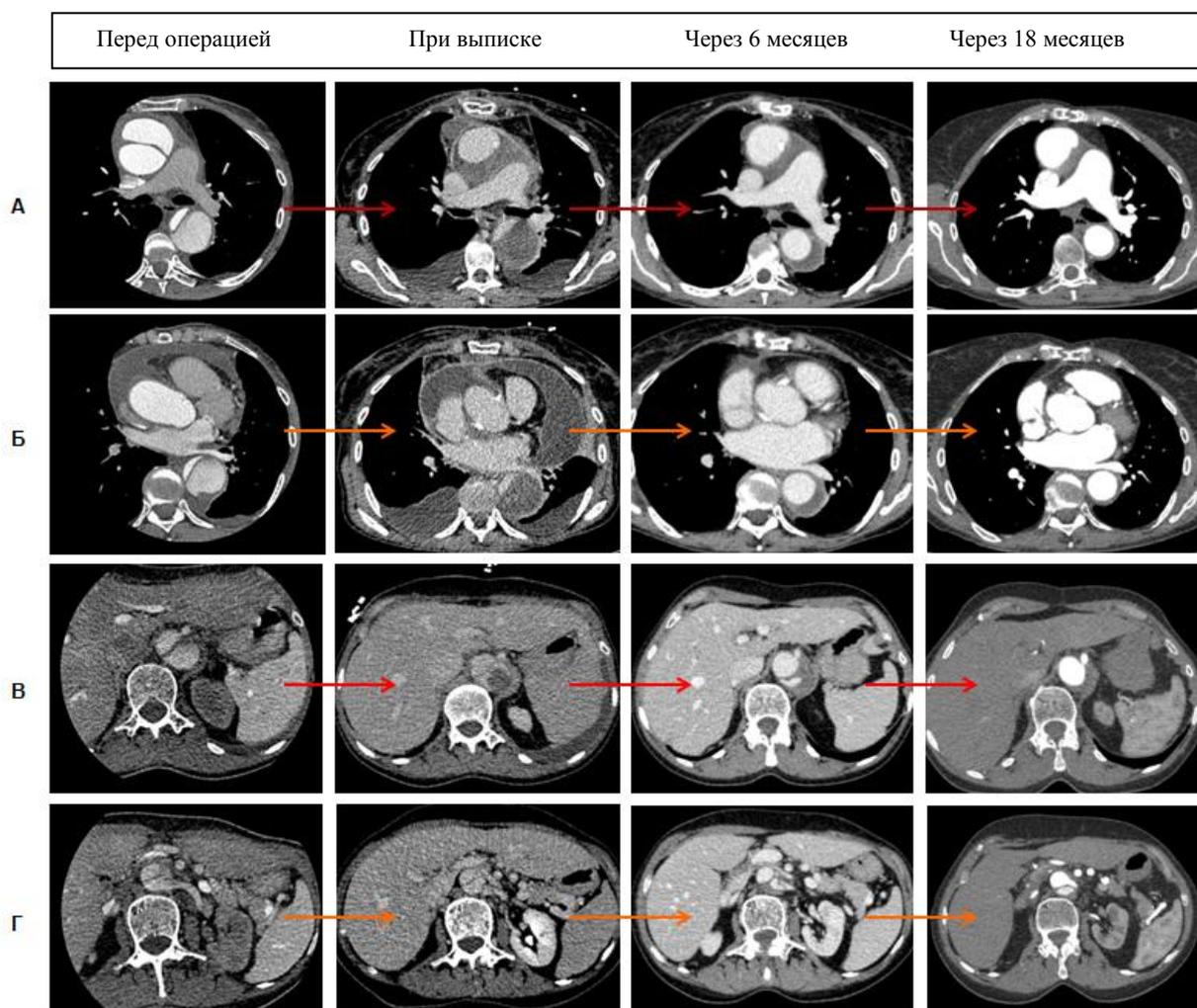


Рисунок 3.9. МСКТ аорты до операции, при выписке, через 6 и 18 месяцев, аксиальные срезы. А – на уровне перешейка аорты. Б – на уровне левого предсердия. В – на уровне устья чревного ствола. Г – над бифуркацией аорты. После операции определяется тотальный тромбоз ложного

канала до уровня почечных артерий. Площадь истинного канала аорты на уровне перешейка перед операцией составила $1,8 \text{ см}^2$ (14% от общей площади аорты на данном уровне), через 18 месяцев после операции – $6,7 \text{ см}^2$ (71% от общей площади аорты). Площадь истинного канала на уровне левого предсердия составила до операции $1,5 \text{ см}^2$ (12% от общей площади аорты), а через 18 месяцев – $6,5 \text{ см}^2$ (68% от общей площади аорты на данном уровне).

Тем не менее, в ряде случаев даже операция Elephant Trunk не является достаточно эффективным вариантом хирургического лечения расслоения всей аорты. Так, если в среднем или дистальном сегменте нисходящей грудной аорты имеется крупная (больше 2 см) фенестрация, чтобы исключить ее из кровотока, необходимо выполнить более радикальное вмешательство. Ранее единственным доступным вмешательством было бы этапное выполнение протезирования торакоабдоминального отдела аорты. Однако помимо периоперационных рисков, связанных со вторым крайне травматичным вмешательством, следует учитывать и летальность между этапами, которая по последним данным составляет 2,9%- 22% (Ius F., 2011; Miyamoto Y., 2014).



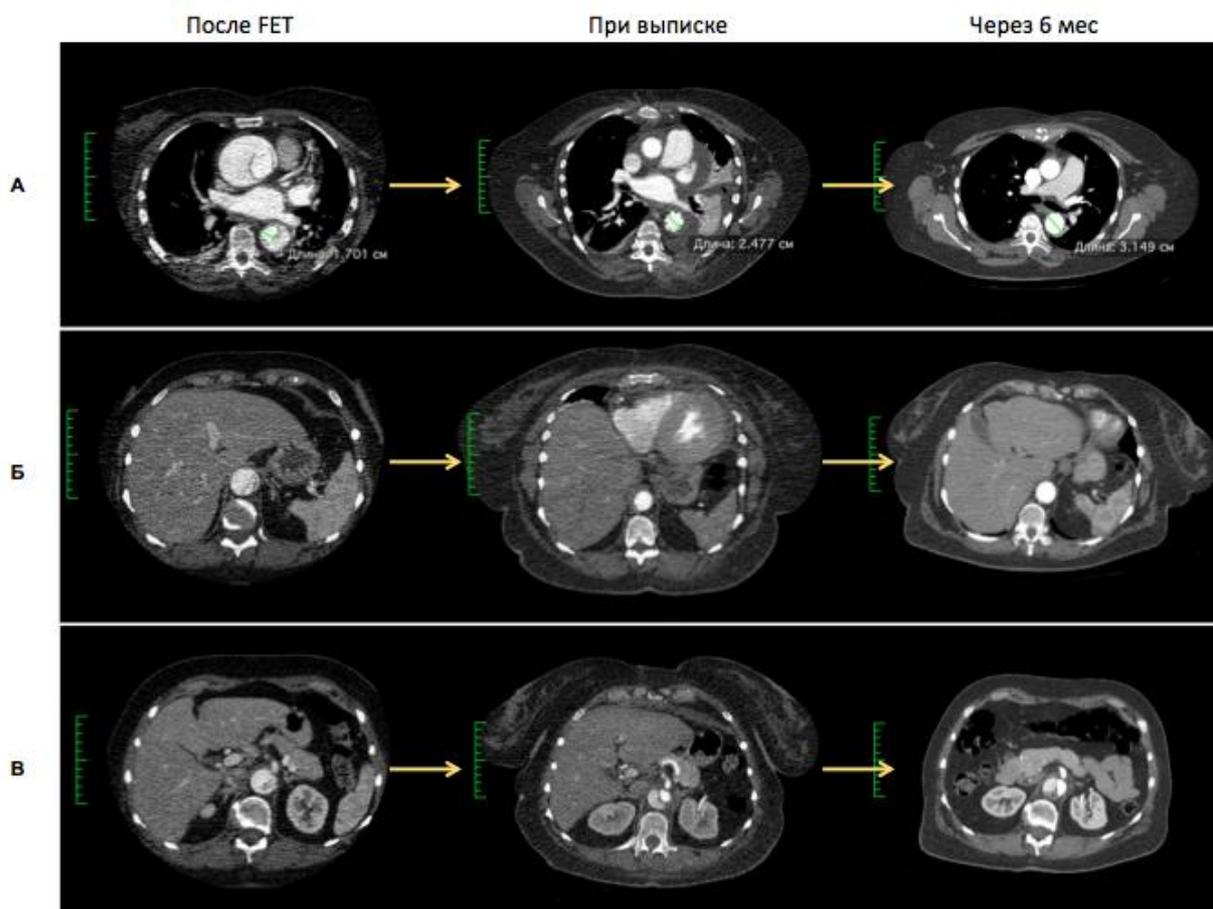


Рисунок 3.10. МСКТ аорты (3D реконструкция и аксиальные срезы) пациентки 59 лет с острым расслоением аорты I типа по DeBakey. А – аксиальные срезы на уровне левого предсердия; Б – срезы на уровне диафрагмы; В – срезы на уровне устья чревного ствола. Пациентке выполнена гибридная операция Frozen Elephant Trunk (с протезированием восходящей аорты и пластикой корня аорты). Определяется положительное ремоделирование аорты до уровня диафрагмы, а также тромбоз ложного канала до уровня устья чревного ствола.

В настоящее время в арсенале врачей имеется гибридная методика лечения, сочетающая в себе открытый хирургический и эндоваскулярный подходы (Рис. 3.10). Данная методика позволяет стабилизировать практически всю грудную аорту одновременно (операция Frozen Elephant Trunk гибридным протезом или с интраоперационным стентированием «хобота») или в два этапа (операция Elephant Trunk с дальнейшим наблюдением за пациентом и при необходимости имплантацией стент-графта в нисходящую грудную аорты с проксимальной зоной посадки на уровне «хобота»).

Другим показанием для гибридных вмешательств, как указывалось ранее, является острое расслоение аорты А типа, особенно при наличии мальперфузии висцеральных органов или нижних конечностей, наблюдающейся примерно у трети пациентов (Gleirsson A., 2007; Preventza O., 2014; Shrestha M. 2015). Мальперфузия является одним из факторов, значительно ухудшающим ближайший прогноз при расслоении аорты как А, так и В типа (Ehrlich M.P., 2000; Bavaria J.E., 2001; Deeb G.M., 2010). Как правило, мальперфузия при остром расслоении аорты носит динамический характер, то есть вызвана колебанием отслоенной интимы и перекрытием ею устья артерии, таким образом хирургическое вмешательство с пуском кровотока в истинный канал полностью восстанавливает нормальный кровоток. Важным моментом предоперационной подготовки является анализ МСКТ аорты: установка гибридного стент-графта или стента в истинный канал при наличии ветви, отходящей только от ложного канала, может привести к фатальному осложнению (Tsagakis K., 2011).

В случае же статической мальперфузии (вызванной ввиду распространения расслоения на сосуд с его сдавлением или окклюзией) в большинстве случаев требуется хирургическая или эндоваскулярная коррекция. В то же время следует различать синдром мальперфузии и мальперфузию с дисфункцией органа, последняя требует индивидуального подхода при выборе тактики лечения. Так, если при отсутствии значимого повреждения органа методом выбора является первичное хирургическое вмешательство, то при наличии повреждения органа ряд авторов (Deeb G.M., 2010) рекомендуют сначала эндоваскулярно или открытым путем восстановить кровоток в артерии, а после этого уже выполнять хирургическую реконструкцию на аорте. Еще в 1997г. группа авторов во главе с Deeb G.M. при сравнении результатов лечения пациентов с острым расслоением и мальперфузией с дисфункцией органа летальность при первичном выполнении реконструкции на аорте составила 89%, в то время как при выполнении чрескожной фенестрации и стентирования пораженной артерии и

последующей реконструкции на аорте летальность составила 25% (15% пациентов умерли в результате разрыва аорты). Накопив более чем 10-летний опыт, данная группа авторов сравнила результаты лечения пациентов без (126 пациентов) и с наличием мальперфузии с поражением конечного органа (70 больных). 38% пациентов в группе мальперфузии умерли до хирургической реконструкции на аорте (19% в результате разрыва аорты, 19% - осложнений мальперфузии), однако ни ранние, ни отдаленные результаты лечения у пациентов, успешно перенесших эндоваскулярный и хирургический этапы, в группе мальперфузии не отличались от группы сравнения (Patel H.J., 2009).

Интересным является и еще более радикальный гибридный подход в лечении расслоения аорты. Впервые примененная при эндоваскулярном лечении расслоения В типа (Mossop P.J., 2005), техника PETTICOAT (provisional extension to induce complete attachment) набирает все большую популярность в лечении расслоения аорты и А типа, однако исследования представлены небольшими выборками пациентов, а их результаты носят противоречивый характер. Hsu H.L. и соавт. (2016) опубликовали результаты лечения 9 пациентов с острым расслоением А типа протезированием восходящего отдела и дуги аорты и этапной установкой стент-графта и далее голометаллического стента в нисходящую грудную и брюшную аорту; в группу сравнения вошли пациенты, которым не была выполнена установка голометаллического стента. В группе PETTICOAT было выявлено достоверно большее увеличение диаметра истинного канала ($p < 0,01$) и уменьшение диаметра ложного ($p < 0,01$) на уровне почечных артерий (но не на 10 см дистальнее края стент-графта или на уровне диафрагмы). У 5/8 (62,5%) пациентов в группе PETTICOAT наблюдался тотальный тромбоз или регрессия ложного канала до уровня почечных артерий, в то время в контрольной группе проходимость ложный канал на уровне наблюдался во всех случаях. Тем не менее, у 1 пациента (11,1%) развился инсульт, ассоциированный именно с этапным стентированием. Группа авторов во главе с Canaud L. (2013), проанализировав доступные в литературе результаты

использования данной методики у 108 пациентов с расслоением аорты, выявили, что техника PETTICOAT улучшает перфузию истинного канала и увеличивает его диаметр, однако не приводит к полной регрессии ложного канала. Более того она ассоциирована с достаточно высоким риском девайс-ассоциированных осложнений (отрыв компонентов, разрыв стента) – 9,2%. Другим важным вопросом является эффект использования голометаллических стентов при отхождении ветви аорты только от ложного канала: значимое падение артериального давления наблюдается в 54,5% случаев (Canaud L, 2013; Canaud L., 2016). Более того, нечеткими являются показания к данному вмешательству, зачастую метод применяется исключительно ввиду предпочтения хирурга.

В РНЦХ Петровского данная методика используется достаточно редко. Пациентам, перенесшим хирургическое лечение по поводу расслоения аорты с мальперфузией (почечной, висцеральной или мальперфузией нижней конечности), рекомендуется выполнение МСКТ аорты через 3 месяца. При отсутствии положительной динамики в диаметрах ранее коллабированного истинного канала (т.е. при его диаметре менее 1/3 общего диаметра аорты) и сохраненном кровотоке ложного канала при отсутствии его увеличения, выполняется установка голометаллического стента с целью индуцирования его тромбоза и раскрытия истинного канала.

Ниже представлены данные МСКТ аорты пациента, перенесшего гибридное вмешательство по поводу подострого расслоения аорты I типа по DeBakey с мальперфузией (динамической) нижней конечности. Первым этапом была выполнена гибридная операция: протезирование восходящего отдела аорты с пластикой корня, операция Frozen Elephant Trunk (E-vita Open Plus). По данным МСКТ при выписке кровотоки в левой нижней конечности восстановлен. Однако с целью индуцирования положительного ремоделирования этапно пациенту установлен голометаллический стент (Рис.3.11).

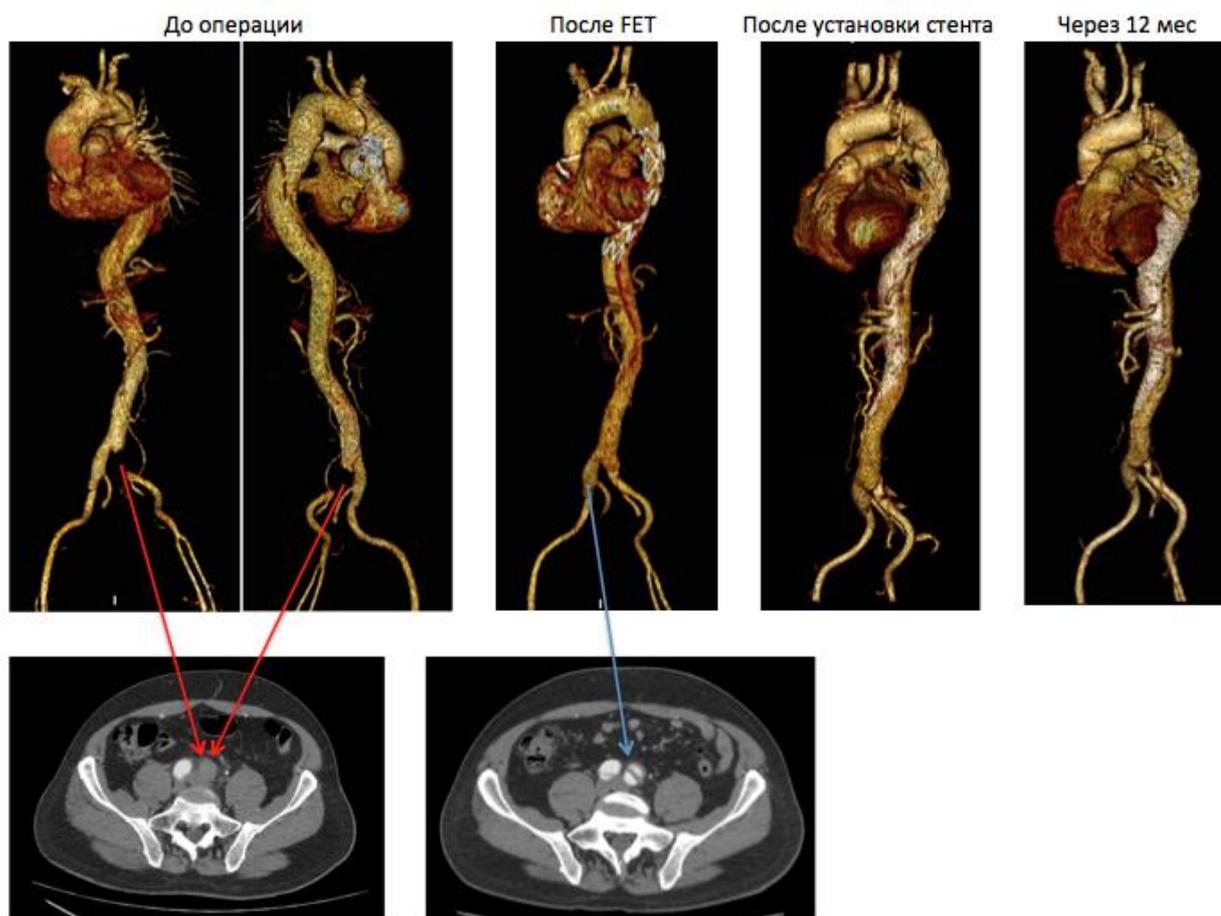


Рисунок 3.11. МСКТ аорты до операции (устье левой подвздошной артерии перекрыто пролабирующей интимой), после операции Frozen Elephant Trunk, после установки голометаллического стента и через 12 месяцев после стентирования.

МСКТ аорты, выполненное через 1 год после установки голометаллического стента, указывает на то, что несмотря на тотальный тромбоз и явное положительное ремоделирование аорты в зоне гибридного графта (в данном случае он был установлен значительно дистальнее с целью максимального раскрытия истинного канала при операции FET), ложный канал на уровне диафрагмы и далее на всем протяжении аорты даже после имплантации голометаллического стента полностью проходим (Рис.3.11-3.12).

Нельзя не упомянуть и об особой категории гибридных вмешательств – так называемых гибридных операциях II типа (по классификации Bavaria: Vallabhajosyula, 2013). Подобные вмешательства заключаются в тотальном

дебранчинге (переключении) ветвей дуги аорты и протезировании восходящего отдела аорты с или без замены ее полудуги.

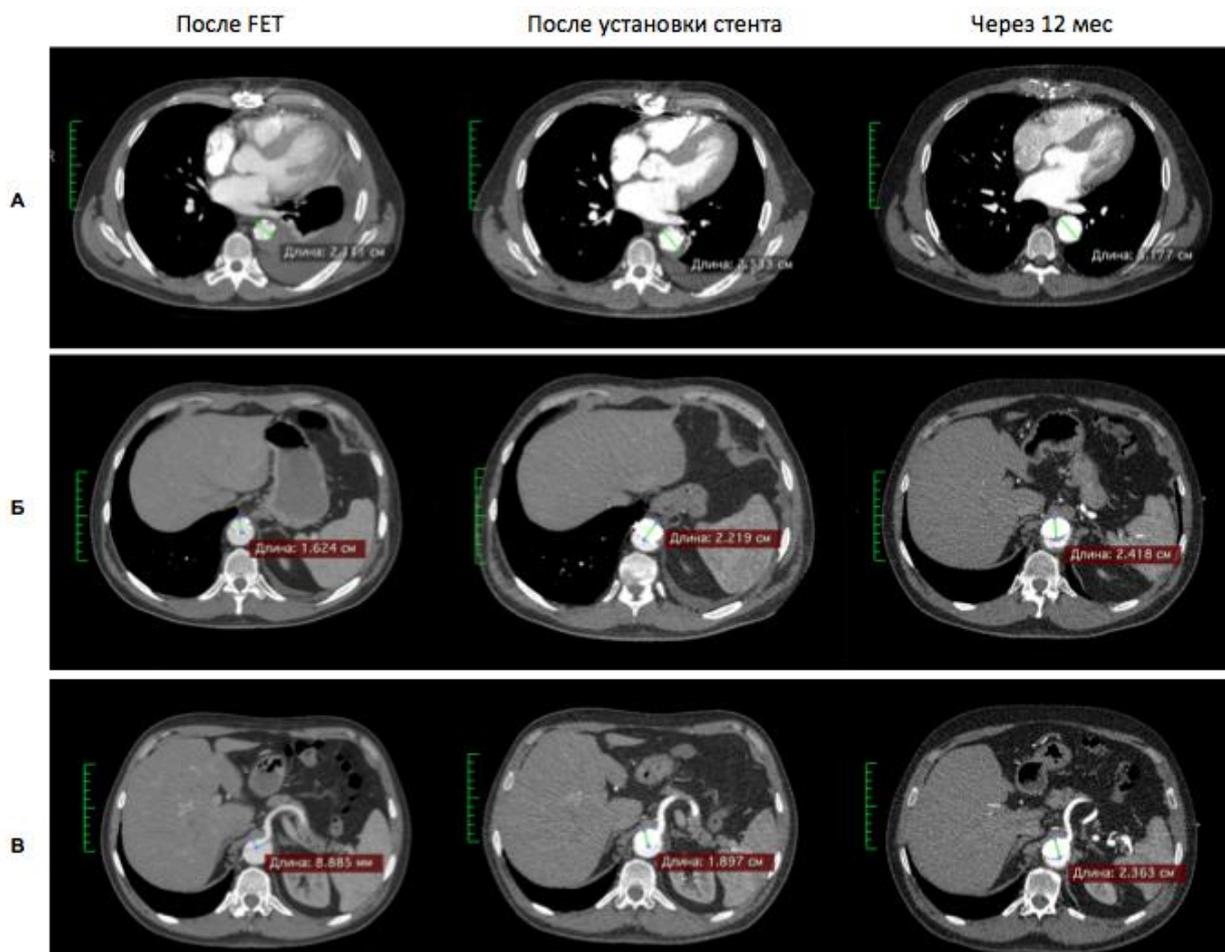


Рисунок 3.12. МСКТ аорты после операции Frozen Elephant Trunk, после имплантации голометаллического стента и через 12 месяцев после этого. А – аксиальный срез на уровне левого предсердия. Б – срез на уровне диафрагмы. В – срез на уровне устья чревного ствола.

После чего производится имплантация стент-графта в грудную аорту, а в качестве зоны посадки используется протезированная восходящая аорта. Достоинством методики является относительная техническая простота, а также отсутствие циркуляторного ареста (при протезировании только восходящего отдела) или кратковременный арест (при операции hemiarch). Однако в РНЦХ данный вариант гибридного лечения (как в принципе и тотальный дебранчинг как таковой) при расслоении всей аорты используется редко ввиду потенциального риска развития тяжелых неврологических

осложнений при тромбозе длинных бранш переключенных ветвей. Данная методика является методом выбора у пациентов крайне высокого хирургического риска, а также в ряде казуистических ситуаций. Один из таких клинических примером представлен ниже: 51-летней пациентке с подострым расслоением восходящего отдела и дуги аорты и интрамуральной гематомой нисходящего грудного и брюшного отделов аорты была выполнена операция протезирования восходящей аорты и ее полудуги. После завершения реконструкции по данным ЧП-ЭхоКГ была выявлена трансформация интрамуральной гематомы в классическое расслоение аорты. Выполнение операции Frozen Elephant Trunk у данной пациентки было бы ассоциировано с крайне высоким периоперационным риском ввиду продолжительного искусственного кровообращения, а также повторным циркуляторным арестом, именно поэтому было принято решение в пользу гибридной операции II типа. Был выполнен тотальный дебрининг ветвей дуги аорты (протезирование брахиоцефального ствола и левой общей сонной артерии, а также лигирование левой подключичной артерии) с последующим стентированием грудного отдела аорты (Рис 3.13- 3.14)

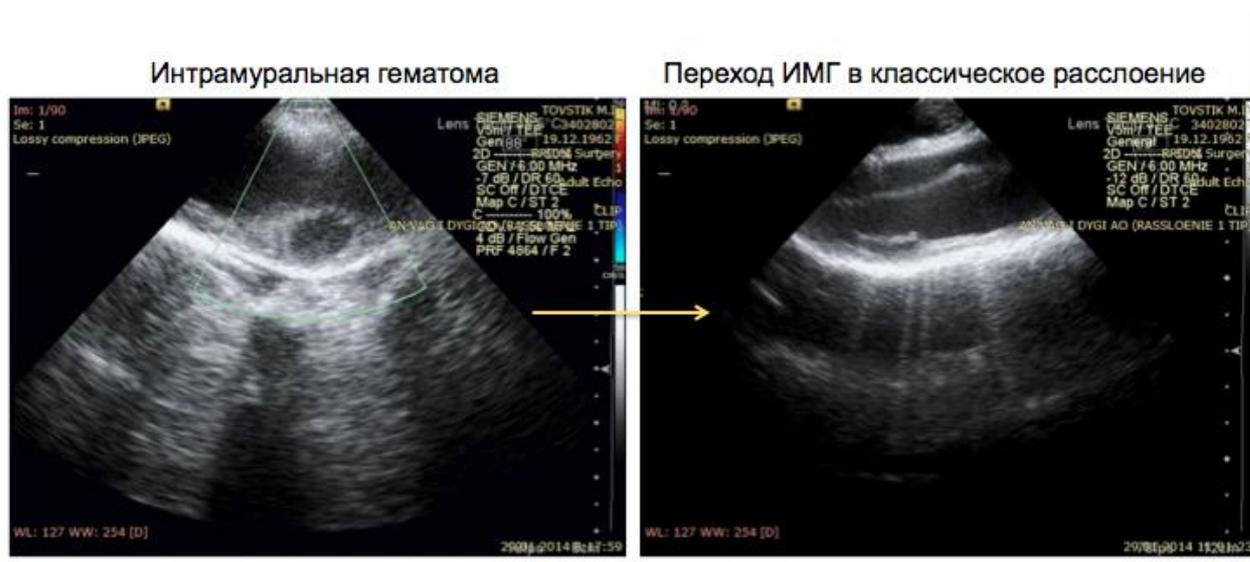


Рисунок 3.13. Данные чреспищеводной эхокардиографии: интрамуральная гематома грудной аорты (слева) и ее переход в классическое расслоение (справа).

Хирургическая реконструкция



МСКТ аорты после гибридного вмешательства

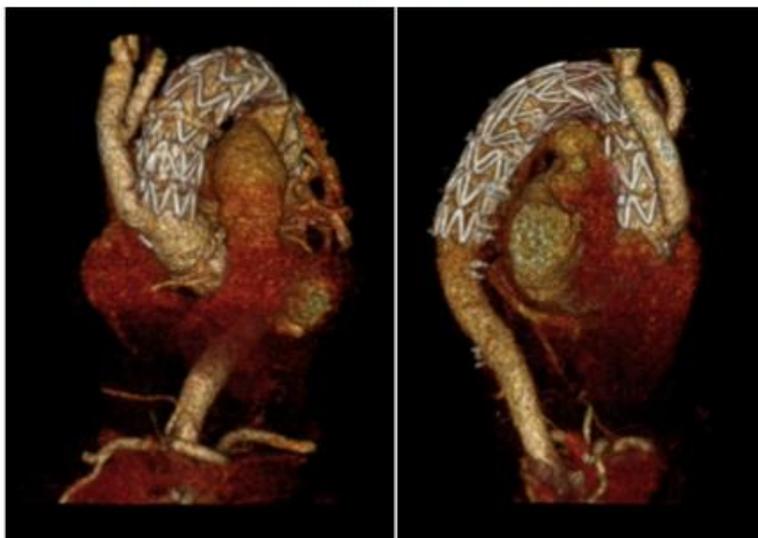
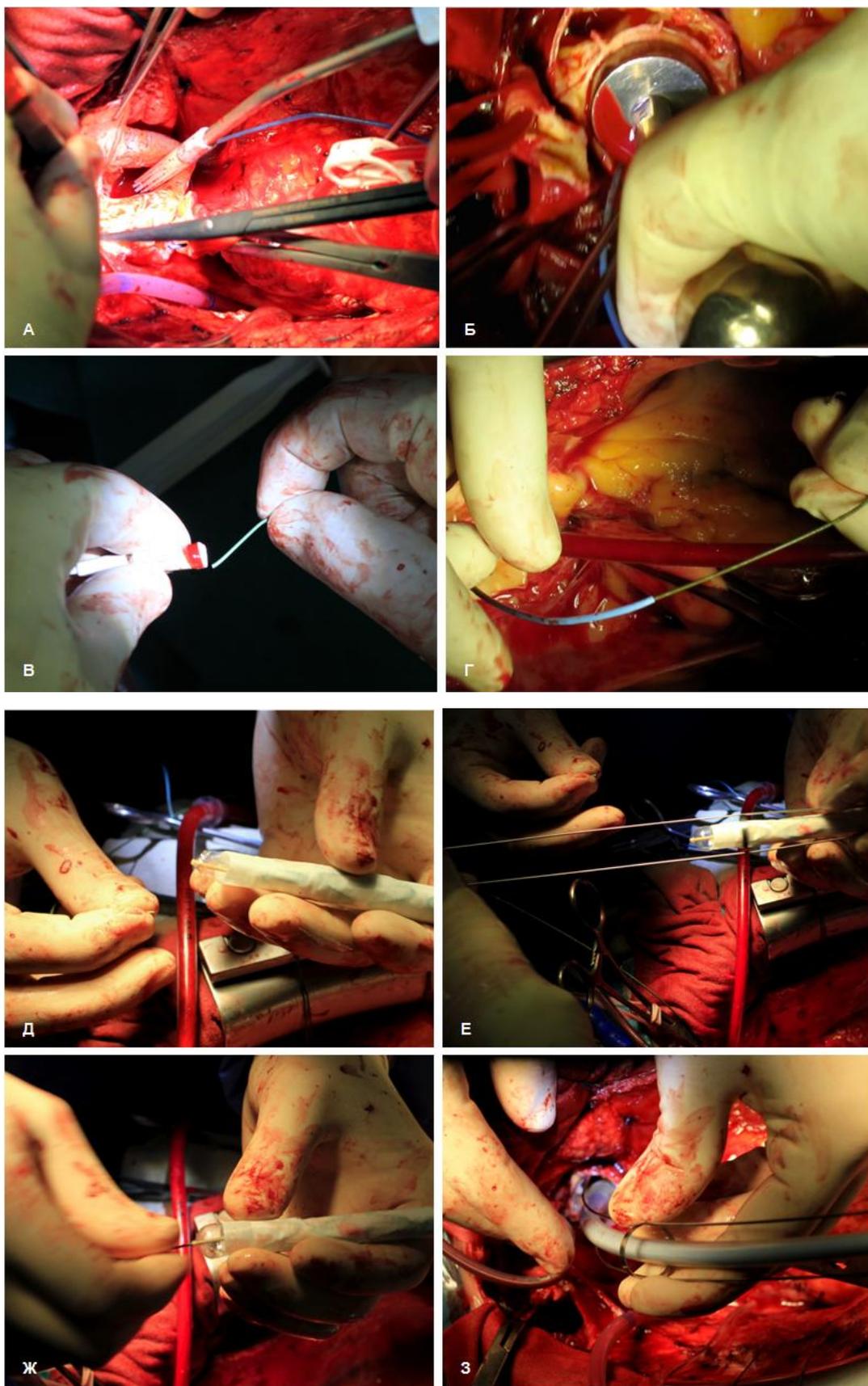


Рисунок 3.14. Интраоперационный вид конечной реконструкции (слева) и МСКТ аорты с контрастированием на момент выписки, 3D модель (справа).

3.6. Особенности выполнения и специфические осложнения гибридных операций типа Frozen Elephant Trunk.

Гибридная хирургия грудной аорты прошла несколько этапов в своем развитии: от интраоперационного стентирования аорты и формирования анастомоза с подхватыванием стенки стент-графта в шов и разработки hand-made гибридных протезов, до использования фабричных гибридных графтов различных производителей и моделей. На заре внедрения операции Frozen Elephant Trunk в РНЦХ им. акад. Петровского также использовалась методика интраоперационного стентирования, которая уступает современным гибридным графтам лишь в удобстве имплантации графта. В редких случаях выполнялись истинные (в течение 24 часов) гибридные операции в два этапа – с транспортировкой пациента в рентгенэндоваскулярную операционную и стентированием аорты после открытого этапа протезирования аорты по методу Borst. Безусловно, данная тактика менее удобна, а гибридные вмешательства подобной сложности следует выполнять в гибридной

операционной. Подробное описание этапов операции Frozen Elephant Trunk приведено в Рисунке 3.14 на примере гибридного протеза E-vita Open Plus.



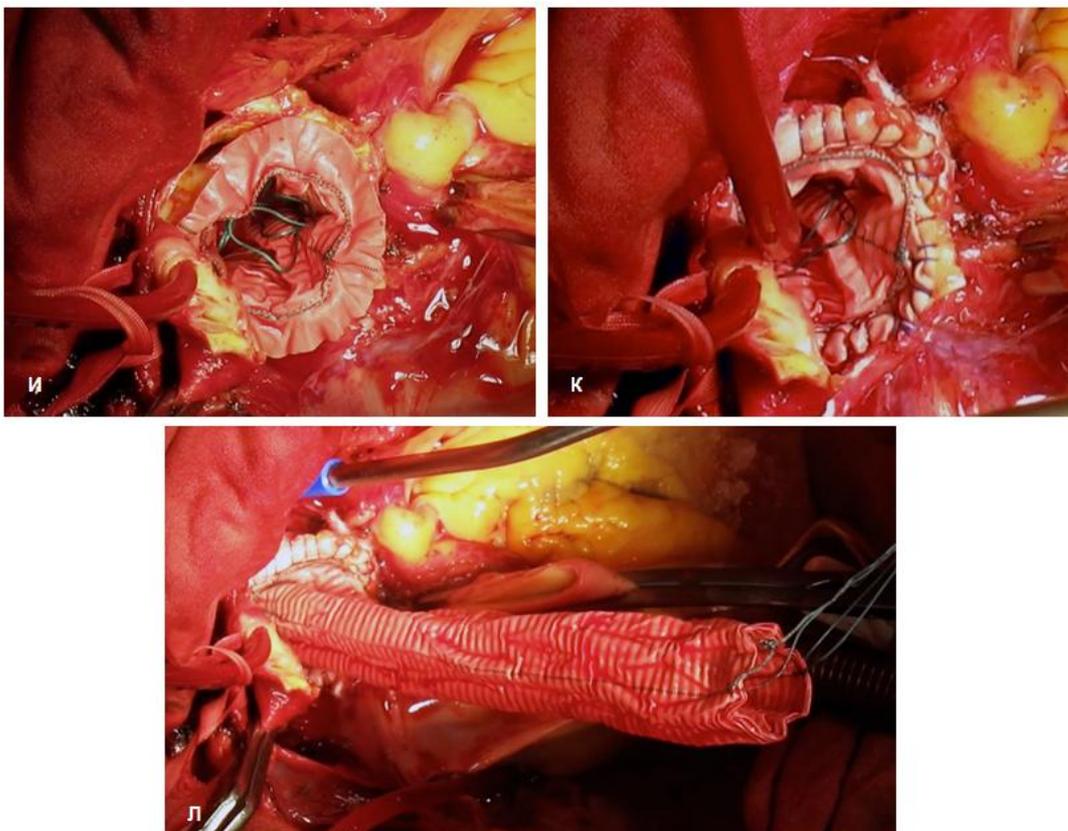


Рисунок 3.15. Основные этапы имплантации гибридного протеза E-vita Open Plus при операции Frozen Elephant Trunk. А – вскрытый просвет дуги аорты, проводник (синий) выведен из истинного канала. Б – Измерение диаметра истинного канала на уровне перешейка. В – имплантация струны в проводник. Г – струна выведена через проводник в операционное поле (после этого проводник удаляется). Д – раздувается баллон на гибридном графте E-vita Open Plus. Е – На гибридный графт устанавливается специальный ограничитель (препятствует слишком «глубокой» имплантации графта. Ж – струна вводится в дистальный край гибридного графта. З – Имплантация и раскрытие E-vita в истинном канале аорты. И – расправлена «юбка» гибридного графта. К – Сформирован дистальный анастомоз. Л – при помощи нитей выполняется дезинвагинация дакроновой части протеза.

Принципиальной при расслоении аорты является имплантация стент-графта в истинный канала аорты на всем протяжении, для этого в большинстве клиник используется проводник, который можно установить в аорту как антеградно через вскрытую дугу аорты, так и ретроградно через бедренную артерию (последнее значительно удобнее). Тем не менее, ключевым моментом при установке проводника является ангиографический

контроль его положения, так как в ряде случаев несмотря на его визуализацию в истинном канале на уровне дуги аорты, проводник может войти в ложный канал и выйти из него через фенестрации на более дистальных уровнях аорты.

Другим удобным инструментом контроля состояния НГА и установки проводника является камера (например, используемая при бронхоскопии), ее можно установить параллельно стент-графту при его низведении и необходимо удалить перед его раскрытием (Damberg A., 2013).

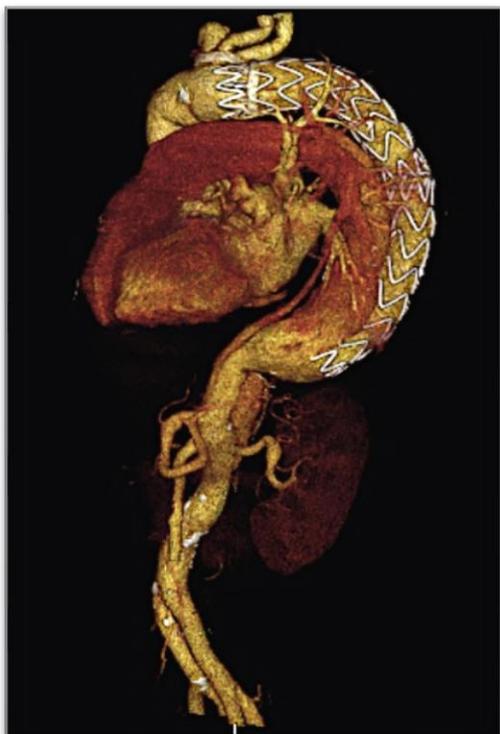
Одним из ключевых моментов при выполнении гибридных вмешательств на аорте является выбор размера гибридного протеза или стент-графта. Тем не менее, данный вопрос вызывает множество противоречий ввиду отсутствия единых алгоритмов. Наиболее распространен подбор диаметра графта на основании диаметра истинного канала НГА (Leontyev S., 2013; Tsagakis K., 2010; Di Bartolomeo R., 2010) с преувеличением размера стент-графта по сравнению с размером истинного канала не более 10% при остром расслоении и не более 20% - при хроническом. Данный подход был сформирован на основании ряда публикаций, указывающих на увеличение риска развития стент-ассоциированного надрыва интимы по дистальному краю графта при большем оверсайзинге. Тем не менее, ряд авторов при расслоении выбирают гибридный графт, равный размером общему диаметру аорты на аксиальном срезе на уровне левого предсердия (Hoffman A., 2013; Shrestha M., 2016), или равный 90% от общего диаметра аорты, так как при расслоении аорты ее диаметр увеличивается в среднем на 10% (Katayama A., 2013). Также в ряде центров практикуется интраоперационное измерение истинного канала аорты в области перешейка (Dohle D-S, 2016; Katayama A., 2013).

3.6.1. Стент-ассоциированный надрыв интимы

Проблема стент-ассоциированного надрыва интимы (SINE, stent-graft induced new entry) приобрела актуальность с момента широкого внедрения в практику эндоваскулярных методов лечения расслоения В типа. Несмотря на

то, что при операциях FET и гибридных операциях второго типа самый грозный вариант SINE, проксимальный, полностью исключен ввиду наличия протеза в качестве проксимальной зоны посадки, либо использования фабричного гибридного протеза, дистальные надрывы (distal SINE), хотя на первый взгляд и не так опасны, но ведут к реканализации ложного канала и быстрой дестабилизации аорты, увеличивая частоту дополнительных эндоваскулярных и гибридных вмешательств на аорте у пациентов с расслоением аорты I типа по DeBakey и, как следствие, снижая качество их жизни. В исследовании 139 пациентов после TEVAR и гибридных вмешательств Pantaleo A. и соавторы выявили частоту развития дистального надрыва интимы 26,6%, при этом независимым фактором риска развития SINE авторы называют излишний oversizing ratio по площади истинного канала, а также чрезмерный oversizing ratio по среднему диаметру истинного канала (таким образом авторы при выборе размера графта рекомендуют измерять именно эти два параметра, а не традиционные максимальные диаметры истинного канала). Несмотря на отсутствие статистической достоверности, по данным исследования дистальный SINE встречался при остром расслоении в почти в три раза реже, чем при хроническом (17% и 50% соответственно), возможно ввиду большей эластичности интимы при остром расслоении (Pantaleo A., 2016). К аналогичным выводам касательно корректного измерения размеров истинного канала пришла и группа авторов во главе с Huang C.Y., они также не рекомендуют основываться на максимальном и минимальном диаметрах истинного канала при расчете размера стент-графта, также авторы указывают на высокую вероятность развития дистального SINE при преувеличении размера стент-графта в 3 раза и более, а также если существует выраженное так называемое expansion mismatch ratio (то есть соотношение между площадью истинного канала на уровне дистального края стент-графта и площадью истинного канала в нативной аорте на 2 см дистальнее стент-графта (Huang C.Y., 2013).

С другой стороны к группе риска развития SINE относятся пациенты с истонченной и слабой стенкой аорты при дисплазии соединительной ткани. Согласно Dong Z.H. и соавторам, частота SINE у пациентов с синдромом Марфана после эндоваскулярного лечения достоверно выше, чем в группе без дисплазии соединительной ткани, данные риски подтверждаются и мета-анализом Pacini D., по результатам которого пациенты с синдромом Марфана (особенно при хроническом расслоении) наиболее подвержены развитию стент-ассоциированных осложнений и необходимости дополнительных вмешательств на аорте (Pacini D., 2013). Неоднозначной является данная группа пациентов и с точки зрения лечения SINE, так как все чаще в литературе встречаются рекомендации о выполнении именно открытых вариантов вмешательств, а не эндоваскулярных, за исключением экстренных ситуаций (класс рекомендаций IIa, уровень доказательности C) (Erbel R., 2014). С другой стороны традиционное открытое хирургическое лечение ассоциировано с высокими периоперационными рисками (ИК, травматичный



доступ) и длительной реабилитацией. На этом фоне гибридные вмешательства (висцеральный дебринг с последующим стентированием аорты) являются наиболее уместным вариантом лечения SINE у данной категории пациентов. Ниже представлен пример успешного этапного гибридного лечения дистального SINE у пациентки с синдромом Марфана и расслоением всей аорты:

Пациентка 50 лет с синдром Марфана, в 2006 году перенесла операцию

Рисунок 3.16. МСКТ аорты с контрастированием до вмешательства. В нисходящей грудной аорте визуализируются ложный и истинный канал, ложный канал реканализирован до перешейка. Общий диаметр НГА на уровне ушка левого предсердия – 61 мм, на уровне дистального края стент-графта – 50 мм. Брюшной отдел аорты диаметром – 32 мм.

протезирования восходящего отдела аорты и дуги аорты по методике Borst и этапным стентированием нисходящей грудной аорты по поводу хронического расслоения аорты I типа по DeVakey.

В 2012 году ввиду прогрессирующего увеличения корня аорты (до 7,2 см) пациентке выполнена повторная операция: протезирование аортального клапана и репротезирование ВоА по методике Bentall-DeBono. В 2015 году при плановой МСКТ аорты с контрастированием было выявлено увеличение диаметра стентированной НГА (+7мм за 1,5 года) с реканализацией ранее тромбированного ложного канала (Рис. 3.16). Сопутствующие заболевания: постоянная форма фибрилляции предсердий; цереброваскулярная болезнь, состояние после ОНМК в левой гемисфере от 01.2012г.; миопия высокой степени, незрелая катаракта; миома матки; киста молочной железы; варикозная болезнь нижних конечностей; кисты левой почки; грыжа пищеводного отверстия диафрагмы.

Пациентка поступила в РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского, где с учетом анамнеза (несколько тяжелых кардиохирургических вмешательств с ИК), анамнеза (ОНМК) и сопутствующей патологии (синдром Марфана) было принято решение о выполнении гибридного вмешательства: висцерального дебринга аорты и ее последующего эндопротезирования.

Этап открытого хирургического вмешательства (Рис 3.17) выполнен через срединную лапаротомию. После введения расчетной дозы гепарина на уровне устья нижней брыжеечной артерии на аорту наложен боковой зажим, выполнена аортотомия. Проксимальный анастомоз между аортой и многобраншевым протезом Vascutek Gelweave (26x10x10x8x8мм) выполнен по типу «конец-в-бок» непрерывным обвивным швом нитью пролен 3/0. После этого снят боковой зажим с аорты и пережаты все бранши протеза. Поочередно были сформированы дистальные анастомозы между браншами протеза и левой и правой почечными артериями («конец - в - конец»), чревным стволом («конец протеза - в - бок артерии») и верхней брыжеечной артерией («конец - в - конец») непрерывным обвивным швом. После этого

был запущен кровоток по всей реконструкции. После гладкого послеоперационного периода (через 14 дней после открытого этапа) выполнено стентирование аорты Valiant Thoracic Stent Graft (Medtronic, США) (Рис 3.17). Пациентка выписана на 9-е сутки после стентирования аорты.



Рисунок 3.17. МСКТ аорты после висцерального дебранчинга (слева) и после стентирования аорты (справа), 3D реконструкции.

Стентирование аорты после дебранчинга висцеральных ветвей в РНЦХ *всегда* выполняется этапно (с целью снижения риска развития параплегии). Представленный клинический пример доказывает, что при выборе метода лечения данной тяжелой категории пациентов необходим индивидуальный подход и командная работа специалистов различных профилей.

3.6.2 Ишемическое повреждение спинного мозга

Параплегия, как следствие повреждения спинного мозга, является другим грозным осложнением, ассоциированным с операциями «замороженный хобот слона». В группе операций Elephant Trunk данное осложнение встречается намного реже (0,4-2,6%), чем в при гибридных вмешательствах, и как правило ассоциировано либо с избыточной длиной

«хобота», либо с длительным ЦА (свыше 40 мин) на фоне недостаточной гипотермии (28°C и выше) (Svensson L.G., 2004; Etz C.D., 2008). Частота же параплегии при операции Frozen Elephant Trunk может варьировать от 0 до 22% (в среднем составляя 8%) (Tsagakis K., 2010; Jakob H., 2011; Leontyev S., 2013) и ассоциирована с различными факторами риска: к ним в первую очередь относятся TEVAR или хирургическое вмешательство на торакоабдоминальной и брюшной аорте в анамнезе (Ullery B.W., 2011), возраст старше 75 лет, сахарный диабет (Coselli J., 2000; Miyairi T., 2002), мультифокальный атеросклероз (Jacobs M.J., 2002) и послеоперационная гипотензия (Kawanishi Y., 2007). В настоящее время ведутся споры о другом факторе риска параплегии – уровне имплантации гибридного стент-графта. Наиболее распространено мнение, что стент-графт не следует устанавливать дистальнее уровня седьмого грудного позвонка (Th7) (Flores J., 2006; Hagl C., 2013), некоторые авторы считают допустимым уровнем Th10 или даже Th12 (Leontyev S., 2016, Козлов Б.Н., 2017). Данный подход основан на известных нам данных о кровоснабжении спинного мозга, а именно на концепции «артерии Адамкевича» (передней корешковой артерии) - крупной артерии, отходящей от аорты на уровне Th8-L1. Тем не менее, с момента первых трудов Адамкевича о строении спинного мозга, опубликованных около 130 лет назад, ученым стали известны ряд других особенностей его кровоснабжения: помимо передней и постериолатеральных спинальных артерий, берущих начало от корешковых артерий (в т.ч. артерии Адамкевича), а также ветвей от подключичных и гипогастральных артерий существует обильная аксиальная сеть мелких артерий в спинномозговом канале, в паравертебральных тканях и параспинальной клетчатке, которая путем анастомозирования друг с другом и сегментарными артериями обеспечивает мощный коллатеральный резерв кровоснабжения спинного мозга, который при необходимости, например при выключении одного источника кровоснабжения, способен перестраиваться и обеспечивать питание органа из оставшихся путей (Adamkiewicz A., 1882; Griep R.B., 2007). Согласно экспериментальным данным C.D. Etz и

соавторов, организму требуется около 5 дней для восстановления кровоснабжения при острой ишемии спинного мозга (Etz C.D., 2011) (Рис. 3.18).

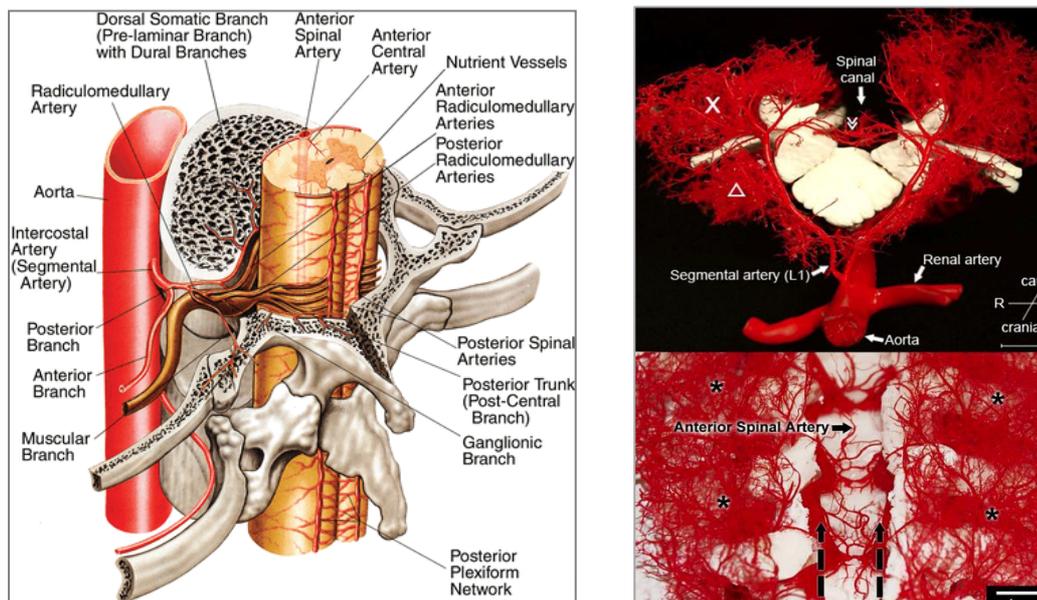


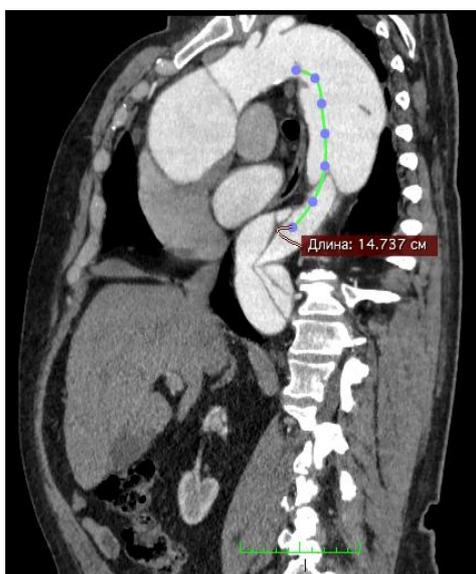
Рисунок 3.18. Слева: Артерия Адамкевича и кровоснабжение прилежащего сегмента спинного мозга. (Svensson L.G., 1990).

Справа: современная концепция кровоснабжения спинного мозга. (Etz C.D., 2014).

В недавно опубликованном эксперименте, моделирующем операцию FET на свиньях, с клипированием межреберных артерий от Th4 до Th13 после 90 минут гипотермии 28°C и антеградной селективной перфузии головного мозга и выполнением контроля методом моторных вызванных потенциалов и гистологического исследования спинного мозга были получены данные, что чувствительным к ишемии оказался лишь поясничный отдел спинного мозга (в спинном мозг выше уровня диафрагмы в экспериментальной группе по сравнению с контрольной группой значимых изменений выявлено не было) (Haldenwang P.L., 2015). Подобный результат, вероятно, связан с тем, что авторы осуществляли перфузию в том числе левой подключичной артерии, что вероятно оказало протективное действие на спинной мозг.

Другая группа авторов (Leontyev S., 2017) провела эксперимент на свиньях со сравнением кровотока в различных сегментах спинного мозга после операции Frozen Elephant Trunk (с использованием E-vita Open Plus) и стандартной операции Elephant Trunk. Согласно полученным данным кровотока в спинном мозге достоверно снижался в обеих группах через 1 час и после 3 часов после реперфузии, однако разницы между группами выявлено не было. Гистологические признаки повреждения спинного мозга были выявлены во

всех сегментах, значимой разницы между группами не найдено.



Интересна также позиция авторов группы Mount Sinai, которые указывают на связь между количеством выключенных из кровотока пар спинальных артерий (segmental arteries) и вероятностью развития параплегии (Zoli S., 2009): выключение первых 8-12 пар сегментарных артерий ассоциировано с

Рисунок 3.19. Пример измерения уровня имплантации гибридного графта.

наименьшим риском развития ишемии спинного мозга. Основываясь на данном опыте, Hoffman A. и соавт. устанавливали хобот дистальнее, вплоть до уровня Th10-Th12, при этом в группе из 32 пациентов частота спинальных осложнений составила 0% (Hoffman A., 2013).

В нашей практике при выполнении гибридных операций замороженного хобота слона профилактика параплегии осуществляется во всех случаях согласно общепринятым протоколам. Стент-графт устанавливается не ниже Th7 (кроме 1 случая с выраженным сдавлением истинного канала), у всех пациентов осуществляется контроль гемодинамики (контролируемая гипертензия со средним АД не ниже 80-85 мм.рт.ст) и дренаж спинномозговой жидкости интраоперационно и в течение 1-2 суток после вмешательства (максимальное давление в спинномозговом канале 10-12 мм.рт.ст., дренаж не

более 10-15 мл/ч) (Fedorow С.А., 2010; Yan T.D., 2014). В ряде случаев (острейшая фаза расслоения, нестабильная гемодинамика) катетеризация спинномозгового канала выполняется не на дооперационном этапе, а сразу после завершения хирургического вмешательства.

Очевидно, этиопатогенез ишемического поражения спинного мозга сложен и недостаточно изучен, необходим дальнейший анализ и экспериментальные работы с моделированием операции FET с целью снижения частоты данного тяжелого осложнения. В качестве другой возможности причины развития параплегии при стентировании аорты рассматривают нарушение виндкессельной функции аорты (windkessel) – данная особенность крупного сосуда предотвращает падение артериального давления при закрытии аортального клапана (Shadwick R.E., 1999). Особенно большую роль эта функция играет в восходящем отделе и дуге аорты, поэтому в норме нативные ткани аорты в данных сегментах обладают наибольшей эластичностью и комплаенсом (40% от общего артериального комплаенса) (Mohiaddin R.H., 1989; Saouti N., 2012). Биомеханические характеристики стент-графтов, в том числе в гибридных протезах, отличаются от нативной стенки аорты (Рис. 3.20). Несоответствие радиального комплаенса между стент-графтом и аортой приводит к гемодинамическим нарушениям (Ioannou С.V., 2003; Alderson H., 2004; Morris L., 2016): стентированный участок неспособен служить ни “резервуаром” крови при необходимости, ни “проталкивать” кровь в диастолу. Как следствие снижается артериальное давление в диастолу левого желудочка и повышается сердечный выброс (Bauernschmitt R., 1999).

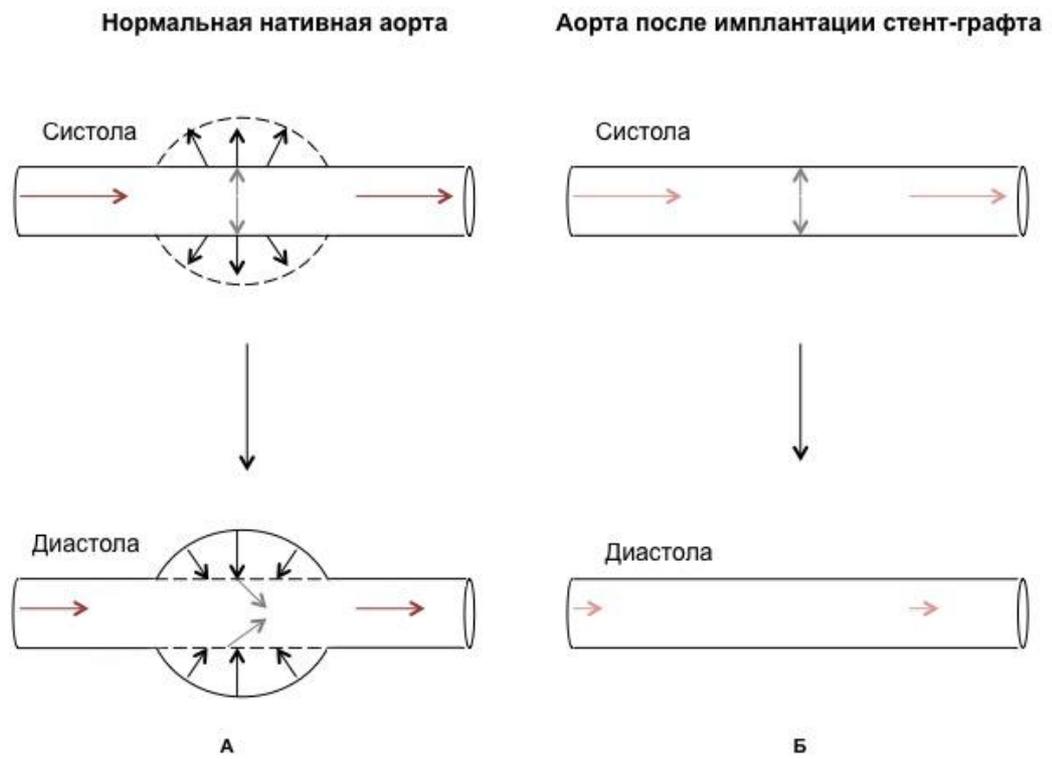


Рисунок 3.20. Изменение виндкессельной функции аорты после ее стентирования (Singh C., 2017).

ГЛАВА 4. Ранние и среднеотдаленные результаты лечения расслоения аорты I типа по DeBakey. Факторы риска сохраненного кровотока в ложном канале и отрицательного ремоделирования аорты.

4.1. Ближайшие результаты лечения расслоения аорты I типа по DeBakey.

Одним из наиболее весомых доводов в пользу ограничения объема реконструкции при расслоении I типа по DeBakey на протяжении многих лет являлись высокие периоперационные риски при вмешательствах на дуге аорты (Trimarchi S., 2010; Easo J., 2012). Несмотря на эволюцию аортальной хирургии и очевидную тенденцию к более радикальным вмешательствам, в ряде клиник даже сегодня при остром расслоении аорты выполняются лишь проксимальные реконструкции (Chiu P., 2016). И хотя для однозначного и окончательного формирования вывода о преимуществе той или иной методики требуется проспективное рандомизированное исследование с оценкой ранних и отдаленных результатов (что в клинической практике невыполнимо), более радикальное хирургическое лечение было принято мировым сообществом на основании внушительной доказательной базы. Было доказано, что выполнение протезирования дуги аорты при остром расслоении аорты не ассоциировано с более высокой периоперационной летальностью (Di Eusanio M., 2015), а выполнение гибридных операций обеспечивает более эффективную ликвидацию мальперфузии по сравнению с проксимальными реконструкциями (Coselli J., 2014). Очевидным является также и то, что при наличии резидуальной фенестрации в дистальной части дуги или в нисходящей грудной аорте вероятность развития тромбоза ложного канала дистальнее проксимальной реконструкции мала, что непосредственно отразится на отдаленных результатах (Fattouch K., 2009; Evangelista A., 2012).

В представленном исследовании был проведен сравнительный анализ результатов лечения в трех группах пациентов с расслоением всей аорты. Как ранее указывалось, в первую группу вошли пациенты (n=22), которым было выполнено протезирование по методике Elephant Trunk с модификацией в

дистальном анастомозе и гемодинамической коррекцией I типа. Во второй группе пациентам выполнялось гибридное вмешательство (операция Frozen Elephant Trunk в большинстве случаев и у трех пациентов – гибридные операции II типа). В третью группу (n=27) вошли больные, перенесшие проксимальные реконструкции (протезирование восходящего отдела аорты с или без протезирования ее полудуги).

Таблица 4.1.

Интраоперационные показатели в исследуемых группах.

Параметр (M ± σ)	I группа (n=22)	II группа (n=29)	III группа (n=27)	Значение p
ИК (мин) ^а	175,7 ± 41,5	175,2 ± 34,3	139,0 ± 39,6	< 0,001
ИМ (мин) ^б	118,6 ± 38,7	109,4 ± 34,8	85,7 ± 28,0	0,003
ЦА (мин) ^в	41 ± 10	46 ± 14	28 ± 17 [#]	< 0,001
БиПГМ (n, %)	19 (86,4)	28 (96,5)	9 (33,3)	0,137
МоноПГМ (n, %)	3 (13,6)	1 (3,4)	8 (29,6)	0,079
Температурный режим (t °C)	26,0 ± 1,0 (24-28)	26,0 ± 0,7 (24-28)	27,6 ± 3,8 (20-32)	0,151
Кровопотеря (мл) ^г	1488,5 ± 740,0	1396,5 ± 627,6	1972,1 ± 978	0,013

Значения p представлены между тремя группами. # - Представлена лишь та часть пациентов группы III, которым проксимальные реконструкции выполнялись с ЦА.

Согласно проведенному анализу one-way ANOVA и последующему тесту Fisher LSD, выявлена следующая статистически значимая разница между группами: а - достоверная разница в показателях между группами I и III (p=0,001) и группами II и III (p<0,001); б - достоверная разница в показателях между группами I и III (p=0,001) и группами II и III (p=0,011); в - достоверная разница в показателях между группами I и III (p=0,002) и группами II и III (p<0,001).

Согласно проведенному тесту Крускала-Уоллиса, определяется следующая статистически значимая разница между группами:

г - достоверная разница в показателях между группами I и III (p=0,002) и II и III (p=0,006)

При сравнении интраоперационных показателей, как и ожидалось, были получены достоверные различия при сравнении радикальных вариантов лечения с третьей группой (Таб. 4.1.). Очевидным достоинством проксимальных реконструкций является меньшая продолжительность ИК ($p < 0,001$) и ИМ ($p = 0,003$), а также отсутствие ЦА при формировании дистального анастомоза с пережатой восходящей аортой (данная техника изредка выполнялась в ранние годы) или кратковременный ЦА при использовании техники открытого дистального анастомоза или операции *hemiarch* ($p < 0,001$). Что касается температурного режима, следует учитывать, что тактика защиты головного мозга и висцеральных органов в течение последних двух десятилетий претерпела ряд изменений, поэтому в ранние годы (2009-2013, группа III) даже при относительно небольшом объеме реконструкции отдавалось предпочтение более глубокой гипотермии (Рис. 4.1.). В настоящее же время даже обширные реконструктивные вмешательства на дуге аорты выполняются в режиме умеренной гипотермии. Одним из следствий данной тактики является меньшая кровопотеря в I и II группах по сравнению с группой III ($p = 0,013$). Этим также можно объяснить и более высокую частоту развития полиорганной недостаточности в третьей группе (8 пациентов), хотя с учетом коррекции Бонферрони пороговое значение $p = 0,008$ не достигнуто, полученное $p = 0,011$ указывает на очевидную тенденцию. Как известно, летальность после реконструкций на грудной аорте с искусственным кровообращением более, чем в трети случаев обусловлена массивной кровопотерей, которая запускает каскад патофизиологических реакций, приводящих в итоге к развитию полиорганной недостаточности (Белов Ю.В., 2003, Benedict P.E., 2003, Дементьева И.И., 2005).

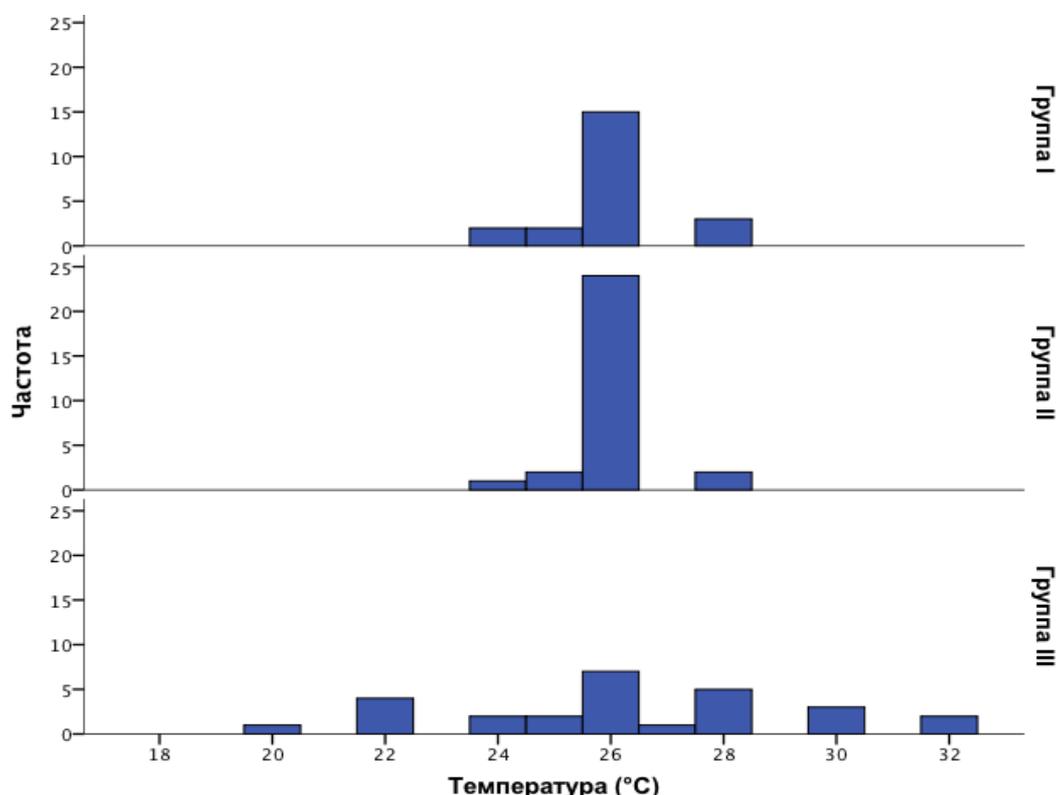


Рисунок 4.1. Показатели уровня гипотермии в исследуемых группах.

Более подробно ранние послеоперационные осложнения и летальность представлены в Таблице 4.2. Как видно, в частоте респираторных по поводу кровотечения, дыхательной и почечной недостаточности достоверной разницы между группами не выявлено. При сравнении частоты развития других осложнений, а также длительности пребывания в отделении интенсивной терапии и общей продолжительности госпитализации статистически значимой разницы между группами не выявлено. Таким образом, полученные результаты следует рассматривать, как доказательство того, что в центрах, обладающих достаточным опытом выполнения реконструкций на дуге аорты, операции Elephant Trunk и Frozen Elephant Trunk не ассоциированы с более высокими периоперационными рисками по сравнению с менее радикальными вмешательствами. Отсутствие статистически значимой разницы по частоте неврологических осложнений между группами указывает на адекватность используемого в РНЦХ протокола защиты головного мозга во время операций на дуге аорты. Более того следует отметить, что в группах I и II оперированы 4

пациентов с церебральной мальперфузией до операции и ни у одного из них в раннем послеоперационном периоде не наблюдалось неврологической симптоматики. У одного пациента с протяженным расслоением правой общей сонной артерии при контрольной МСКТ аорты выявлен тромбоз ложного канала в сонной артерии с выраженным сдавлением истинного канала дистальнее анастомоза к сонной артерии – было выполнено ее стентирование с достижением полного раскрытия истинного канала.

Таблица 4.2.

Ранние послеоперационные результаты лечения в исследуемых группах.

Параметр (n, %)	I группа (n=22)	II группа (n=29)	III группа (n=27)	Значение p
Полиорганная недостаточность ^a	1 (4,5)	3 (10,3)	8 (29,6)	0,046 ^a
Инсульт	1 (4,5)	1 (3,4)	2 (7,4)	0,831
Эпизод неэффективного кровообращения	1 (4,5)	1 (3,4)	1 (3,7)	1,000
Субдуральная гематома	0 (0)	1 (3,4)	0 (0)	1,000
Параплегия	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1,000
Рестернотомия (кровотечение)	2 (9,1)	3 (10,3)	6 (22,2)	0,396
Почечная недостаточность, потребовавшая гемодиализа	2 (9,1)	2 (6,9)	5 (19,2)	0,364
Интраоперационный инфаркт миокарда	1 (4,5)	0 (0)	1 (3,7)	0,527
ИВЛ >3 суток	7 (31,8)	6 (20,7)	7 (25,6)	0,684
Трахеостома	5 (22,7)	3 (10,3)	3 (11,1)	0,465
Атриовентрикулярная блокада третьей степени с установкой постоянного ЭКС	0 (0)	0 (0)	2 (7,4)	0,194
Энцефалопатия как ведущий симптом	0 (0)	1 (3,4)	2 (7,4)	0,629
Раневые осложнения*	3 (13,6)	3 (10,3)	4 (14,8)	0,915

Продолжительность пребывания в ОРИТ (дни, Ме, мин-макс)	2 (1-33)	2 (1-25)	3 (1-31)	0,211
Длительность госпитализации (дни, Ме, мин-макс)	11 (1-87)	11 (1-34)	14 (1-74)	0,271
Госпитальная летальность	1 (4,5)	3 (10,3)	4 (14,8)	0,515
Полиорганная недостаточность	1	1	3	-
Менингит и сепсис	-	1	-	-
Инсульт	-	1	-	-
Кровотечение в брюшную полость после холецистостомии	-	-	1	-

* Гиперемия п/о раны на груди с отделяемым без развития медиастинита.

Значения p представлены между тремя группами. Категориальные данные оценивались по точному тесту Фишера. При анализе продолжительности пребывания в ОРИТ, а также длительности госпитализации использовался метод Крускала-Уоллиса.

а – При сравнении частоты полиорганной недостаточности между группами получено значение 0,046, однако при дальнейшем анализе с учетом коррекции по Бонферрони (статистическая значимость при $p < 0,008$) в III группе получены значения $p = 0,011$, что статистически не значимо.

Что касается стент-ассоциированных ранних осложнений, следует отметить, что мы не наблюдали ни одного случая парапареза или параплегии после гибридных операций, несмотря на то, что дистальный край стент-графта или гибридного графта при операции FET в среднем достигал тела $8,8 \pm 1,0$ позвонка (варьируя от Th7 до Th11), в то время как в большинстве публикаций рекомендуется выполнять имплантацию стент-графтов не ниже Th8 (Рис. 4.2.). Другие же авторы указывают на возможность более дистального низведения стент-графта (Zoli S., 2009; Hoffman A., 2013, Козлов Б.Н., 2017), что подтверждается и нашим опытом.

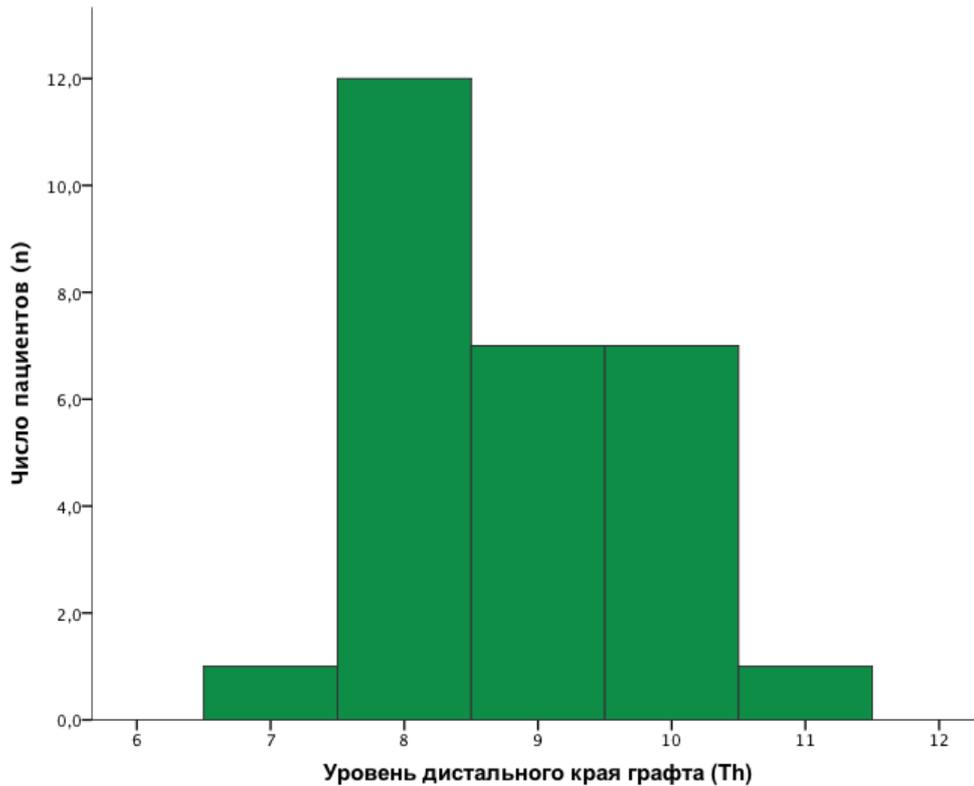


Рисунок 4.2. Уровень дистального края графта при операциях Frozen Elephant Trunk.

* В анализ включены пациенты, которым выполнена операция FET, а также три случая, когда стентирование аорты было выполнено этапно после операции Elephant Trunk. Трое больных, перенесших гибридные операции II типа в анализ не включены, т.к. у них стент-графт устанавливался проксимальнее: от 5 до 7 грудного позвонков).

Общая госпитальная летальность в трех группах составила 10% (8 человек). В группе I умерла 1 пациентка в результате полиорганной недостаточности (4,5%), летальность в группах II и III составила 10% (3 пациента) и 15% (4 больных) соответственно. Причины госпитальной летальности также представлены в Таблице 4.2. Следует отметить, что в группе II 1 из умерших пациентов поступил в РНЦХ с острым расслоением после выполненной по месту жительства лапаротомии по поводу клиники острого живота (до постановки истинного диагноза), пациент был экстубирован на первые сутки после операции FET, однако затем его состояние резко ухудшилось с развитием молниеносного сепсиса с летальным исходом. В группе проксимальных реконструкций 3 пациента умерли в

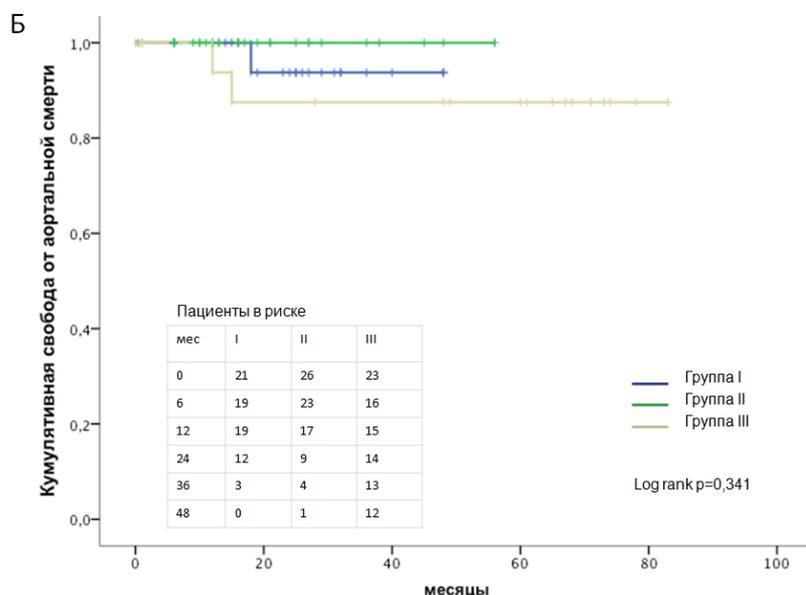
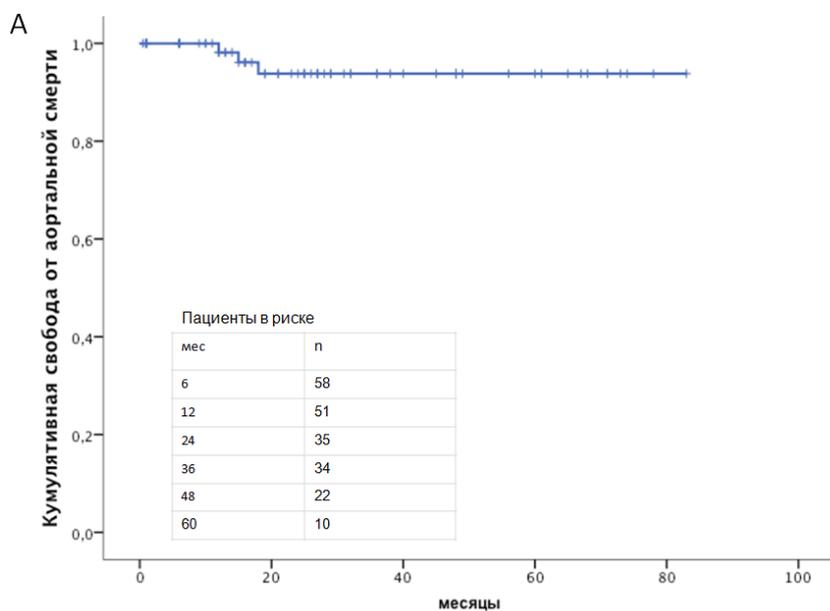
результате полиорганной недостаточности, в четвертом случае же пациенту была выполнена чрезпеченочная холецистостомия по поводу острого холецистита, которая осложнилась развитием внутрибрюшного кровотечения на 2-е сутки.

Безусловным ограничением данного исследования является наличие в каждой из групп пациентов как с острым, так и с подострым и хроническим расслоением. Известно, что пациенты с острым расслоением всей аорты являются отдельной категорией больных ввиду более высоких периоперационных рисков (Patel H.J., 2009; Conzelmann L.O., 2016). Очередным подтверждением данной точки зрения являются результаты и нашего исследования: ранняя послеоперационная летальность у пациентов всех трех групп с острым расслоением составила 25% (4 из 16), с подострым – 0% (из 22) и с хроническим – 10% (4 из 40) (при сравнении трех стадий $p=0,014$, однако с учетом коррекции Бонферрони порог статистической значимости $p<0,0083$ не достигнут ($p=0,0093$)).

4.2. Среднеотдаленные результаты лечения расслоения аорты I типа по DeBakey.

Среднеотдаленные результаты лечения пациентов в исследовании оценивались путем непосредственного (прямого) или телефонного анкетирования, а также в результате оценки МСКТ аорты с внутривенным контрастированием до операции, при выписке, а также после нее при выполнении по месту жительства или в РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского. Средний период наблюдения составил 32 ± 21 месяцев. Общая свобода от аорто-ассоциированной смерти у выписанных пациентов составила 98% и 94% через 1 и 3 года. Свобода от аорто-ассоциированной смерти в I, II и III группах составила 100, 100 и 94% соответственно через 1 год и 94, 100, и 88% через 3 года. При сравнении между тремя группами достоверной разницы, ни по общей выживаемости, ни по свободе от аорто-ассоциированной смерти не выявлено ($p=0,155$ и $p=0,341$ соответственно) (Рис. 4.3.).

Следует отметить, что к сожалению, не все пациенты регулярно выполняли рекомендованное исследование после выписки из стационара, даже несмотря на многократные беседы с ними сотрудников отделения хирургии аорты РНЦХ. Наименьшая комплаентность отмечена в группе III, где МСКТ аорты выполняли 14 пациентов из 23 выписанных, при этом с 7 пациентами в данной группы на контакт выйти не удалось, их судьба неизвестна. В данной группе двое пациентов умерли через 1 и 1,5 года после операции в результате разрыва брюшного отдела аорты (1 из них с синдромом Марфана).



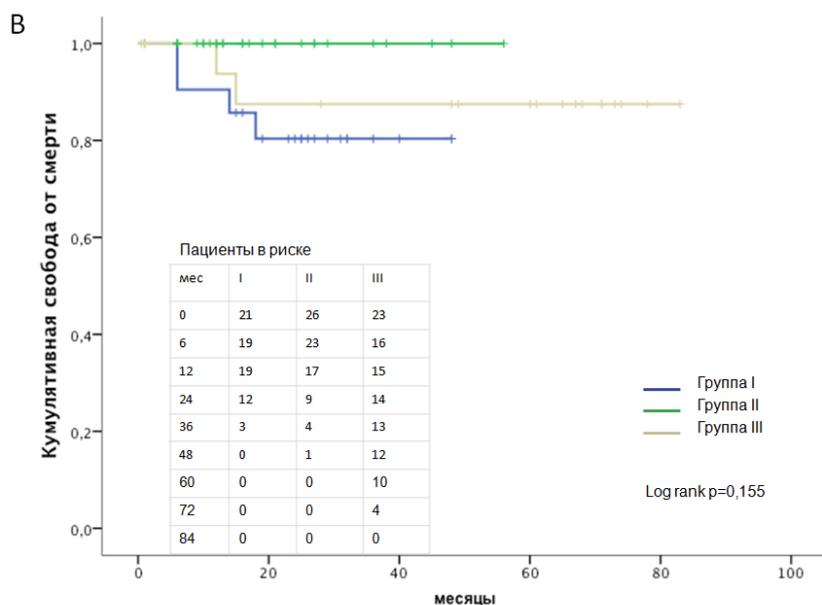


Рисунок 4.3. Графики Карпан-Меier, отражающие А – общую кумулятивную свободу от аорто-ассоциированной смерти, Б – кумулятивную свободу от аорто-ассоциированной смерти в трех группах, В – кумулятивную свободу от любой смерти в трех группах.

Наличие 7 выбывших из наблюдения пациентов допускает меньшую среднеотдаленную выживаемость в данной группе больных, тем не менее, отсутствие доказательной базы не позволяет нам утверждать об этом с уверенностью.

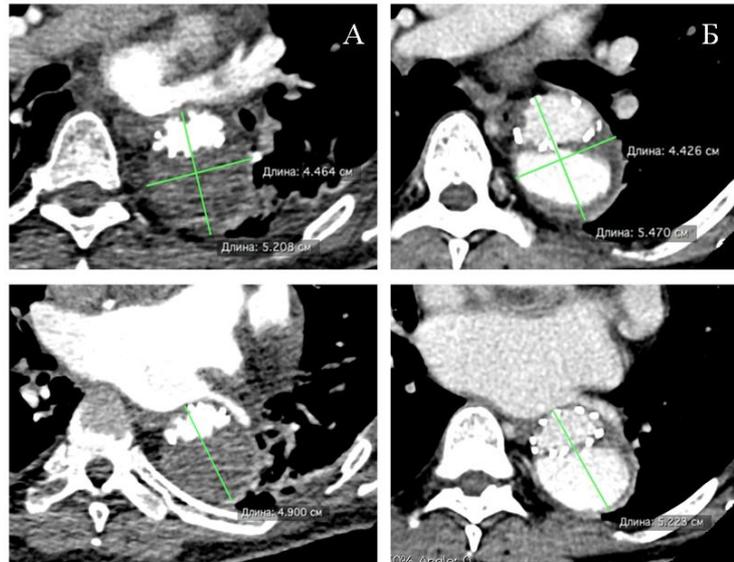
В группе I были прослежены все выписанные пациенты, а регулярное МСКТ аорты выполняли 20 из 21 пациентов (95%). Известно, что в среднеотдаленном периоде в группе умерли 4 пациента: 1 пациентка умерла в результате пневмонии через 1 год после хирургического вмешательства, 1 пациент – в результате пищевого отравления, еще в одном случае смерть наступила через 6 месяцев после операции в результате сепсиса на фоне бактериального эндокардита. Была зарегистрирована аорто-ассоциированная смерть у пациента с синдромом Марфана, мегааортой и хроническим расслоением аорты I типа по DeBakey после этапного стентирования

нисходящей грудной аорты и развития надрыва интимы по дистальному краю стент-графта через 7 месяцев после него.

Всего в группе I было выполнено 3 дополнительных эндоваскулярных вмешательства на аорте: в 2 случаях стентирование выполнено планомерно с целью снижения риска параплегии (у 1 пациента крупная фенестрация определялась в проксимальной трети НГА, у второй больной – в дистальной трети НГА). Еще одна пациентка ожидает эндоваскулярного лечения через 2,5 года после первичного хирургического лечения ввиду медленной отрицательной динамики ремоделирования аорты в сегментах 2 и 3 и сохраняющегося кровотока в ложном канале во всех трех сегментах. При этом у пациентки в результате операции ЕТ при низведении «хобота» на изогнутом зажиме произошел надрыв интимы (<5 мм) по краю протеза, вероятно ввиду истонченности интимы из-за дисплазии соединительной ткани (синдром Марфана). Стентирование почечной артерии было выполнено 1 пациенту с хроническим расслоением через 2 недели после первичной операции, однако без эффекта, по данным последующих КТ левая почка сморщена, кровоток минимален.

В группе гибридных вмешательств прослежены 25 из 26 выписанных пациентов (96%, судьба 1 пациента неизвестна), из них МСКТ аорты регулярно выполняли 24 пациента. Летальность в среднеотдаленном периоде составила 0%. 3 пациентам в данной группе этапно были установлены по два голометаллических стента (пациенты с острым расслоением) с целью раскрытия сдавленного истинного канала. Еще одному пациенту с синдромом Марфана и мегааортой ввиду выраженной отрицательной динамики (увеличение диаметра аорты на 4 мм за 6 мес, увеличение объема I сегмента с 34 до 69 см³, II сегмента – с 174 до 225 см³ и III сегмента – с 85 до 99 см³) выполнено стентирование аорты (Рис. 4.4). Еще в одном случае отмечено отрицательное ремоделирование у пациента с синдромом Марфана и мегааортой через 6 месяцев после операции, при этом учитывая отсутствие значимой сопутствующей патологии и молодого возраста, принято решение о

выполнении открытого хирургического лечения – протезирования торакоабдоминального отдела аорты.



В

Выписка

6 месяцев

После TEVAR

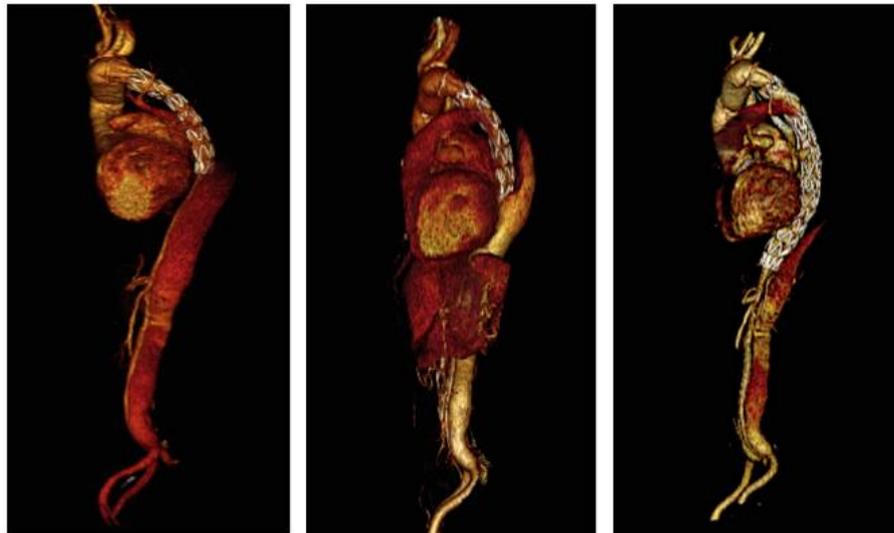


Рисунок 4.4. Пример отрицательного ремоделирования на аксиальных срезах МСКТ.

А - на момент выписки (верхний рисунок – аорта на уровне перешейка, нижний – на уровне левого предсердия. Наблюдается тотальный тромбоз ложного канала); Б – через 6 месяцев после операции (ложный канал полностью проходим, отмечается увеличение общих размеров аорты). В - МСКТ аорты при выписке, через 6 месяцев и после TEVAR.

При сравнении трех групп статистически значимой разницы в свободе от дополнительных вмешательств на аорте дистальнее реконструкции не найдено (Рис. 4.5.). Необходимо отметить, что в большинстве случаев дополнительные вмешательства в группах I и II имели «плановый» характер. То есть в группе I исходно было несколько пациентов с локализацией и размерами фенестраций в НГА, допускающими как развитие тотального тромбоза ложного канала на данном уровне, так и отсутствие подобного эффекта. В таких случаях вместо того, чтобы сразу же выполнять операцию Frozen Elephant Trunk с известными (около 5% по литературным данным) рисками параплегии, отдавалось предпочтение операции Elephant Trunk с последующим МСКТ контролем. При отсутствии тромбоза ложного канала через 3-6 месяцев, пациенты направлялись на эндоваскулярный этап лечения (с значительно меньшими рисками параплегии). Также плановый подход применялся и в группе гибридных вмешательств, но уже при установке голометаллических стентов. Во всех трех случаях данная методика использовалась (тотчас после получения результатов контрольной МСКТ аорты) при сохранении малого диаметра истинного канала на уровне висцеральных ветвей у пациентов, оперированных в острую стадию расслоения с мальперфузией висцеральных органов или нижних конечностей. При этом, как это ранее было отмечено рядом авторов, голометаллические стенты достоверно увеличивают размер истинного канала, однако не повышают вероятность развития тромбоза ложного канала на данном уровне (Canaud L., 2013; Hsu H.L., 2016).

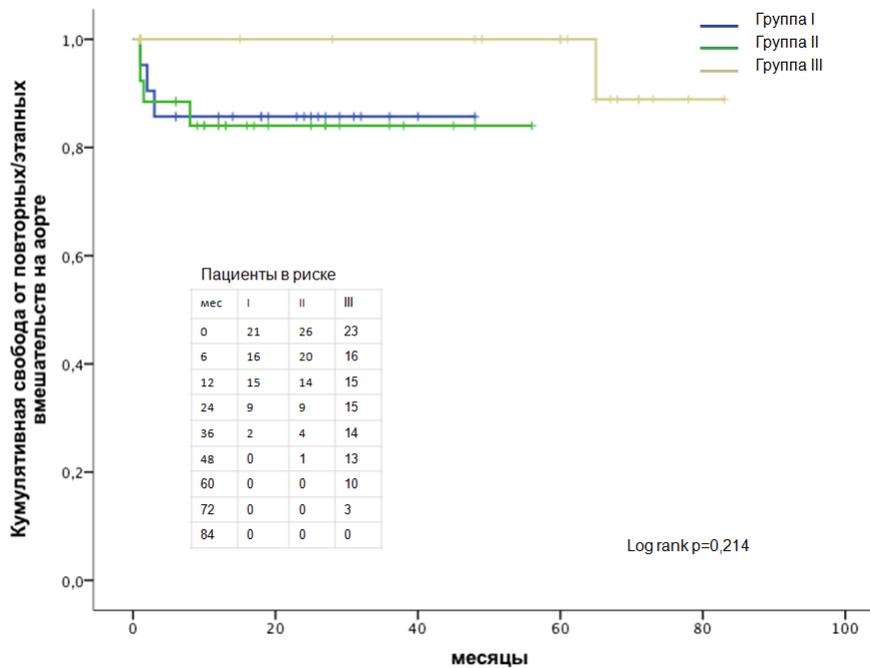


Рисунок 4.5. График Карлан-Меier, отражающий свободу от этапных/дополнительных вмешательств на аорте и ее ветвях.

Случаи же, которые потребовали или ожидают выполнения дополнительных вмешательств ввиду отрицательного ремоделирования аорты, в 5 из 8 больных представляют собой пациентов с синдромом Марфана. При этом трое больных были изначально оперированы по поводу расслоения на фоне мегааорты. Это в очередной раз доказывает, что основной группой риска после любых вариантов лечения расслоения всей аорты являются больные с дисплазией соединительной ткани, а также исходно большим диаметром аорты, что полностью соответствует литературным данным (Halstead J.C., 2007; Pacini D., 2013).

4.3. Оценка состояния ложного канала и ремоделирования аорты в раннем и среднеотдаленном послеоперационном периоде.

Прежде чем говорить о результатах ремоделирования пациентов в анализируемых группах, следует привести описание предоперационных

данных МСКТ аорты и интраоперационной ревизии по локализации, а также размерам фенестраций (Табл. 4.3.). В большинстве случаев проксимальные фенестрации располагались в восходящем отделе аорты, в 31% случаев они определялись в ее дуге и лишь в 9% пациентов – в проксимальной части нисходящей грудной аорты. Также важной особенностью является то, что в группе гибридных вмешательств отсутствие фенестраций в нисходящей грудной аорте встречалось достоверно реже, чем в остальных двух группах ($p=0,04$). Это с одной стороны объясняет тактику выбора метода лечения расслоения аорты в РНЦХ в настоящее время: при отсутствии фенестраций в нисходящей грудной аорте и признаков мальперфузии висцеральных органов или нижних конечностей предпочтение отдается операции Elephant Trunk с пуском кровотока в истинный канал. С другой стороны результаты ремоделирования аорты в группе III (представлены далее), несмотря на наличие значимого числа пациентов без фенестрации в НГА и дуге аорты (8 больных), указывают на то, что выполнение проксимальных реконструкций не обеспечивает аналогичного эффекта по сравнению с операцией Elephant Trunk ни в развитии тромбоза ложного канала ни, как следствие, в ремоделировании аорты. Причиной подобного неудовлетворительного результата лечения является формирование новых фенестраций на уровне анастомоза по типу «конец-в-конец», поэтому именно операции ET и гибридные вмешательства (FET и гибридные операции II типа) обеспечивают необходимую герметичность в дистальном анастомозе.

Таблица 4.3.

Параметры проксимальных и дистальных фенестраций в исследуемых группах.

Параметр (n, %)	I группа (n=22)	II группа (n=29)	III группа (n=27)	Значение p
ПРОКСИМАЛЬНАЯ ФЕНЕСТРАЦИЯ:				
В восходящей аорте	17 (77)	15 (52)	16 (64)	0,172
В дуге аорты	5 (23)	12 (41)	7 (28)	0,327
В нисходящей грудной аорте	2 (9)	3 (10)	2 (8)	0,957

Размер проксимальной фенестрации, мм (Me, мин-макс)	22 (10-42)	17 (5-40)	18 (10-27)	0,070
ДИСТАЛЬНАЯ ФЕНЕСТРАЦИЯ:				
Крупная (>5мм) в проксимальной трети НГА	3 (14)	10 (35)	8 (31)	0,226
Мелкая (≤5мм) в проксимальной трети НГА	4 (18)	9 (31)	8 (31)	0,562
Крупная (>5мм) в средней трети НГА	1 (5)	2 (7)	0 (0)	0,503
Мелкая (≤5мм) в средней трети НГА	7 (32)	9 (33)	8 (31)	0,980
Крупная (>5мм) в дистальной трети НГА	3 (14)	2 (7)	0 (0)	0,184
Мелкая (≤5мм) в дистальной трети НГА	4 (18)	9 (32)	7 (27)	0,548
Нет фенестраций в НГА ^а	10 (46)	2 (7)	9 (35) ^б	0,004 ^а

Значения p представлены между тремя группами. Категориальные данные оценивались по точному тесту Фишера. Размер проксимальной фенестрации в группах сравнивался методом Крускала-Уоллиса.

а – при сравнении получено значение 0,004, при дальнейшем анализе с учетом коррекции по Бонферрони (статистическая значимость при $p < 0,008$) получена достоверна разница между группами I и II и группами II и III ($p = 0,002$).

б - у 8 из 9 пациентов группы III без фенестраций в НГА также не было выявлено фенестраций и в дуге аорты.

Для пациентов с острым расслоением характерны не только высокие периоперационные риски, но и более быстрое ремоделирование аорты в ответ на вмешательство (Shrestha M., 2016). Известно, что стенки аорты при остром расслоении более «податливы», именно поэтому некоторые авторы считают гибридную методику лечения уместной лишь в данную стадию расслоения, выполняя в остальных случаях этапные открытые операции (Damberg A., 2013). Несмотря на то, что в ряде публикаций авторы указывают на замедленное тромбирование ложного канала (даже в I сегменте) при хроническом расслоении, в нашем исследовании во всех случаях группы гибридных вмешательств на момент выписки определялся тотальный тромбоз ложного канала в I сегменте, независимо от стадии расслоения. В I группе

тотальный тромбоз ложного канала в первом сегменте к моменту выписки развился в 76% случаев, а через 2 года – у 88% пациентов. В группе проксимальных же реконструкций, как и следовало ожидать, тромбоз в раннем послеоперационном периоде развился у 13% пациентов больных, а по прошествии 2 лет достигал лишь 34% (Рис. 4.6.). При анализе методом Каплана-Мейера была получена достоверная разница в развитии тотального тромбоза в первом исследуемом сегменте (log rank $p < 0,001$), при этом статистическая значимость была доказана в каждой из пар групп (во всех случаях $p < 0,001$).

Что касается сегмента II, статистическая значимость также была получена при сравнении трех групп (Рис. 4.6.), при этом в группе Elephant Trunk тотальный тромбоз уже при выписке определялся у 30% пациентов (vs. 8 % в группе II), а через 2 года он наблюдался в 57% случаев (vs. 46% в группе II). Это доказывает эффективность операции Elephant Trunk в лечении данной патологии (даже по сравнению с гибридными методиками) при корректном отборе пациентов. В третьей группе ложный канал был полностью проходим при выписке во всех случаях, а через 2 года после операции тотальный тромбоз определялся лишь в 17% случаев.

Тромбоз ложного канала в третьем сегменте в группах II и III не наблюдался ни у одного пациента, в то время как в группе операций Elephant Trunk через 2 года после операции он достигал 27%. Несмотря на отсутствие достоверной разницы, следует отметить значение p , близкое к статистически значимому (log rank $p = 0,053$).

Динамика развития частичного тромбоза в ложном канале по сегментам представлена в Таблице 4.4. Необходимо отметить, что частичный тромбоз в большинстве случаев является предшественником тотального тромбоза, поэтому интересным является его изменение в течение времени по сегментам в группах I и II: на момент выписки во второй группе в первом сегменте

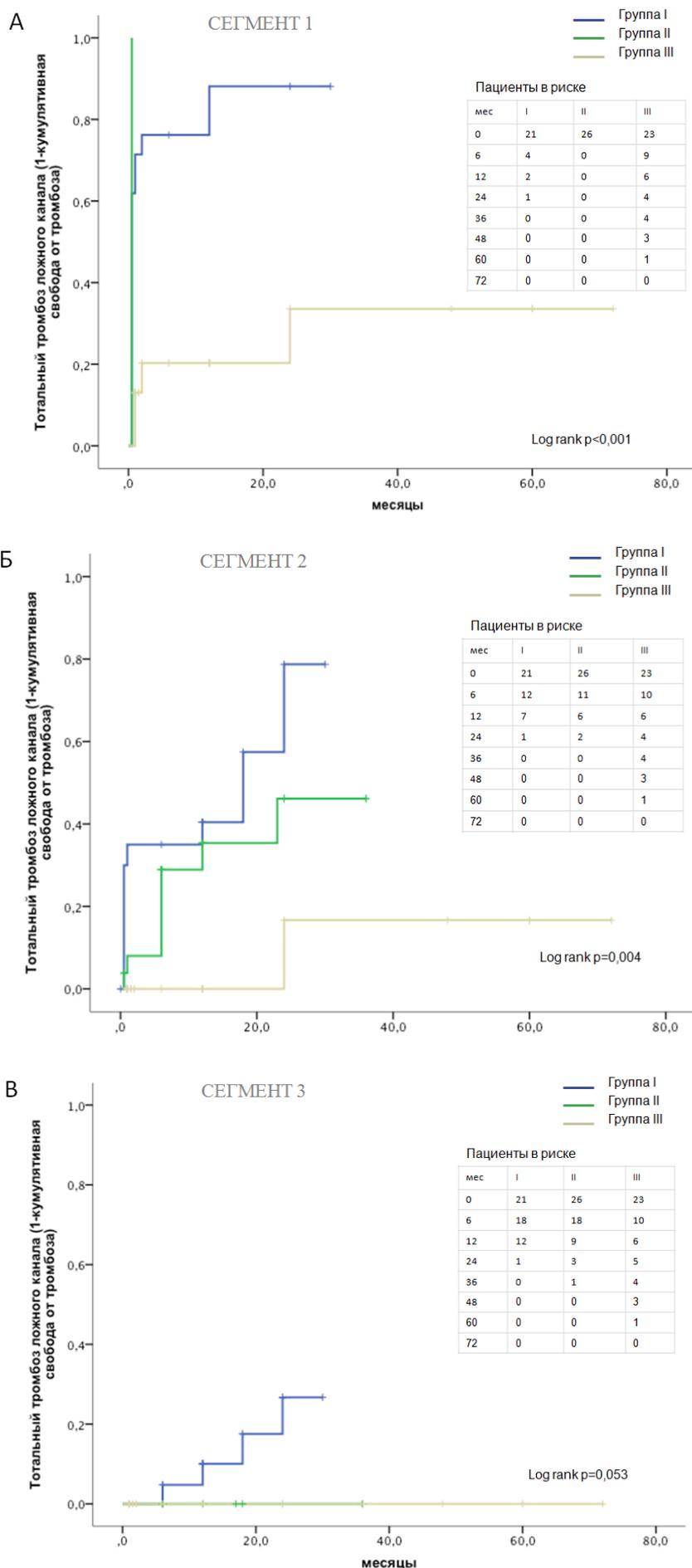


Рисунок 4.6.

Графики Kaplan-Meier, отражающие развитие тромбоза ложного канала в I, II и III исследуемых сегментах (графики А, Б и В соответственно).

А – При сравнении группы I и II $p < 0,001$. При сравнении группы I и III $p < 0,001$. При сравнении групп II и III $p < 0,001$. Вертикальная зеленая линия означает, что у всех пациентов гибридной группы на момент выписки определялся тотальный тромбоз ложного канала.

Б – При сравнении группы I и II $p = 0,017$. При сравнении группы I и III $p < 0,001$. При сравнении групп II и III $p = 0,034$.

В – Статически достоверной разницы между группами не выявлено (log rank $p = 0,053$).

развился тотальный тромбоз во всех случаях, а в первой группе частичный тромбоз определялся у половины пациентов. Существует мнение, что частичное тромбирование является наиболее опасным вариантом гемодинамики в ложном канале, ввиду наибольшего давления на стенку аорты и увеличения ее общего размера на данном уровне. Поэтому следствием частичного тромбоза можно считать и наши результаты анализа ремоделирования аорты у пациентов данной группы. К 6 месяцам после операции во всех случаях, когда определялся частичный тромбоз ложного канала во втором сегменте, налицо было и увеличение общего диаметра аорты до пограничных значений (8-9%) или же с незначительным переходом за пограничное значение отрицательного ремоделирования аорты (11-12%). Во всех случаях, когда частичный тромбоз переходил в тотальный, наблюдалась либо стабилизация аорты, либо ее положительное ремоделирование.

Таблица 4.4.

Частичное тромбирование ложного канала аорты по сегментам.

Сегм	I группа			II группа			III группа		
	вып- 6мес n=21	1 год n=19	≥ 2 года n=12	вып- 6мес n=26	1год n=17	≥ 2 года n=9	вып- 6мес n=23	1год n=15	≥ 2 года n=14
I	4 (19%)	1 (5%)	0	0	0	0	3 (13%)	2 (13%)	2 (14%)
II	6 (29%)	4 (21%)	0	13 (50%)	1 (4%)	0	1 (4%)	0	0
III	2 (10%)	1 (5%)	2 (17%)	0	1 (6%)	0	0	0	0

При анализе результатов ремоделирования аорты путем волюметрического исследования также были получены данные, свидетельствующие о преимуществе радикальных вмешательств над проксимальными реконструкциями, в частности во втором и третьем сегментах (Табл. 4.5., Рис. 4.8).

Ремоделирование аорты в исследуемых группах.

Сегмент	Ремод	I группа		II группа		III группа	
		вып-1год n=21	≥ 1год n=19	вып-1год n=26	≥ 1год n=17	вып-1год n=23	≥ 1год n=15
I	Полож	14 (67%)	4 (21%)	24 (92%)	3 (18%)	3 (13%)	1 (7%)
	Стабил	5 (24%)	15 (79%)	1 (4%)	12 (71%)	17 (74%)	12 (80%)
	Отриц	2 (10%)	0	1 (4%)	2 (12%)	3 (13%)	2 (13%)
II	Полож	11 (52%)	4 (21%)	4 (15%)	4 (24%)	0	1 (7%)
	Стабил	9 (43%)	13 (68%)	20 (77%)	11 (65%)	14 (61%)	10 (67%)
	Отриц	1 (5%)	2 (11%)	2 (8%)	2 (12%)	9 (39%)	4 (27%)
III	Полож	8 (38%)	2 (11%)	3 (12%)	3 (18%)	0	0
	Стабил	13 (62%)	14 (74%)	21 (81%)	12 (71%)	15 (65%)	9 (60%)
	Отриц	0	3 (16%)	2 (8%)	2 (12%)	8 (35%)	6 (40%)

Полож – положительное ремоделирование. Стабил – стабильное ремоделирование. Отриц – отрицательное ремоделирование. Вып – выписка.

Свобода от отрицательного ремоделирования в первом изучаемом сегменте через 1 год составила 91%, 96% и 93% в группах I, II и III соответственно, а через 2 года - 91%, 96% и 74% (однако достоверной разницы между группами не выявлено). Свобода от отрицательного ремоделирования во втором сегменте при сравнении I и II групп была статистически не значима (составив через 1 год 95% и 92%, а через 2 года - 88% и 92% соответственно). В третьей же группе она составила 71% через 1 год и 50% через 2 года (при сравнении с группой Elephant Trunk $p=0,026$, с группой Frozen Elephant Trunk $p=0,047$). В третьем сегменте также выявлено достоверная разница между группами I и III ($p=0,035$). Свобода от отрицательного ремоделирования через 1 год составила 100%, 92% и 49% и через 2 года – 93%, 86% и 42% в I, II и III группах соответственно.

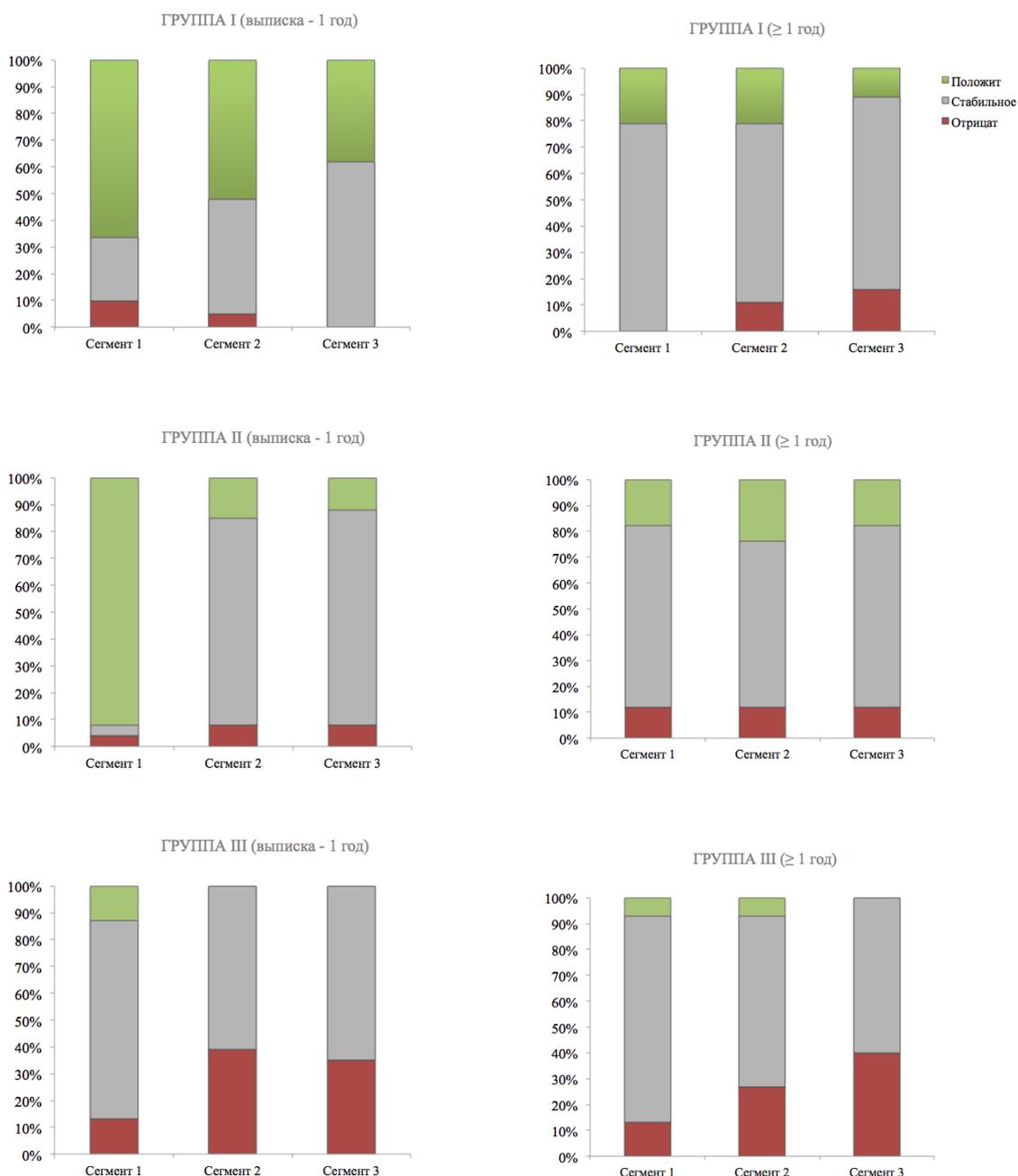
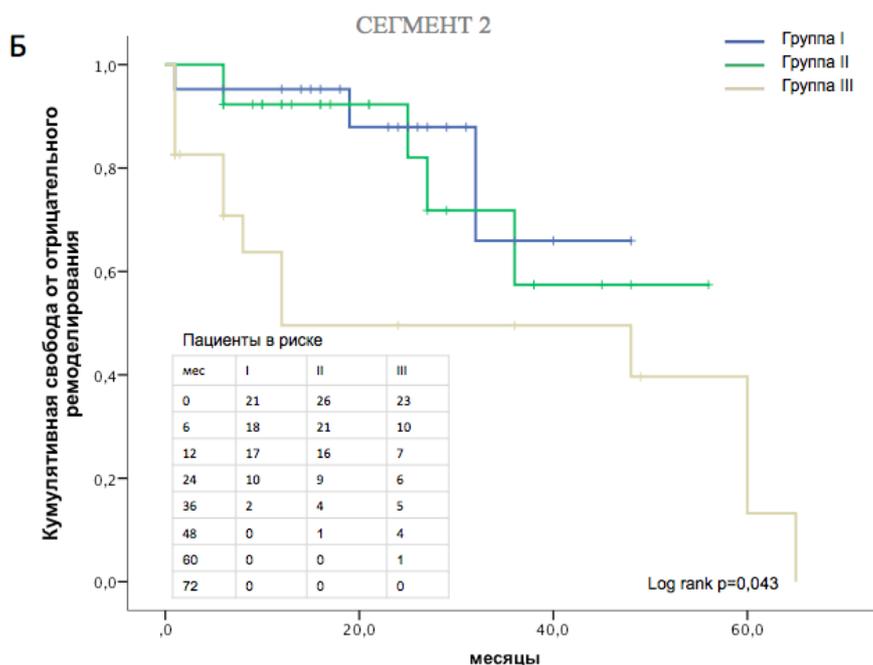
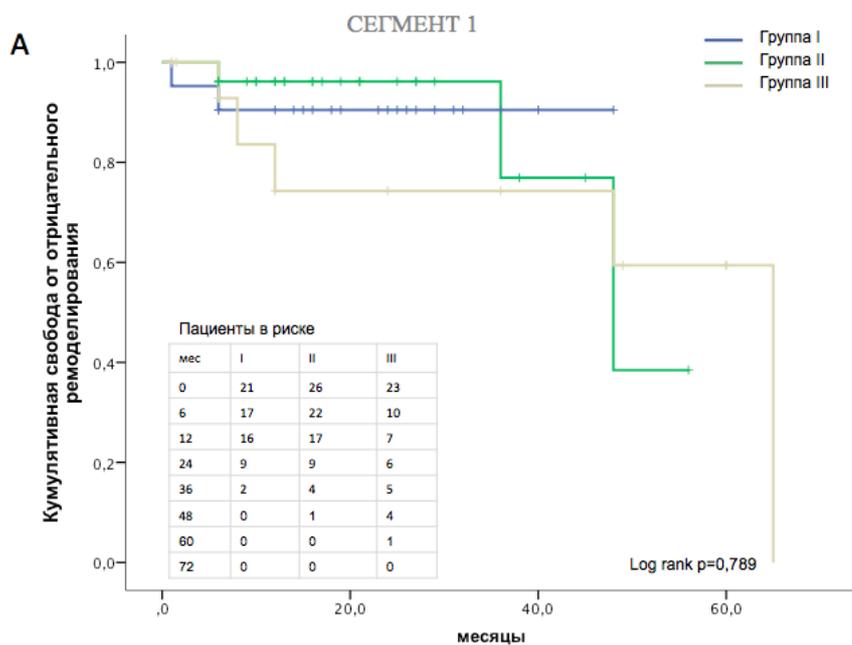


Рисунок 4.7. Гистограммы, отражающие ремоделирование аорты по сегментам и периодам. Зеленым цветом представлено положительное ремоделирование, серым – стабильное, красным – отрицательное ремоделирование.

Во всех случаях, отрицательное ремоделирование аорты было связано с увеличением общего диаметра аорты более чем на 10%, в связи с этим нами был проведен внутри- и межгрупповой анализ изменений общих диаметров аорты в течение времени (Рис. 4.9.) Таким образом при оценке

внутригрупповых изменений было получено статистически значимое изменение объема в группе III с учетом коррекции по Бонферрони ($p=0,001$).

При сравнении межгрупповых изменений выявлена достоверная разница между группами I и III (по Гринхаузу-Гайссеру $p=0,001$).



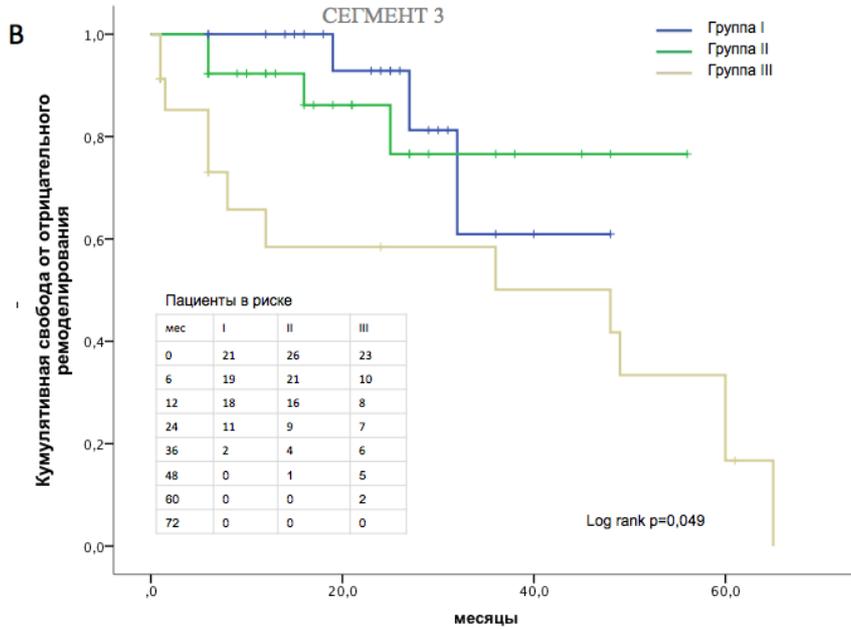


Рисунок 4.8. График Kaplan-Meier, отражающий свободу от отрицательного ремоделирования аорты в исследуемых группах по сегментам I, II и III (Рисунки А, Б и В соответственно). А – статистически значимой разницы не выявлено (log rank p=0,789); Б – При сравнении группы I и II p=0,643. При сравнении группы I и III p=0,026. При сравнении групп II и III p=0,047.

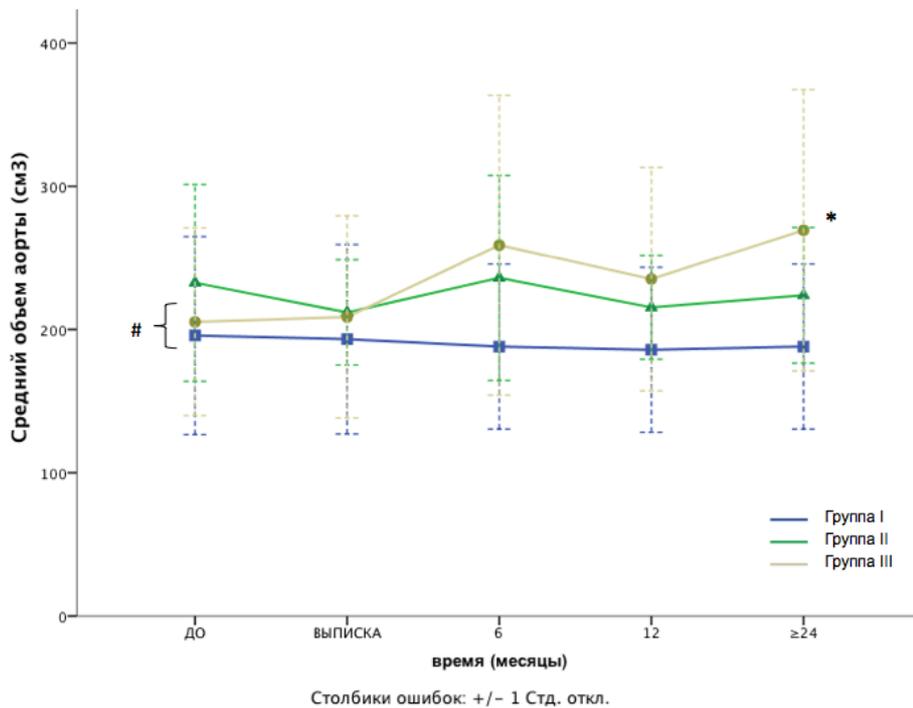


Рисунок 4.9. Анализ внутри- и межгрупповых повторных измерений в течении времени (mixed-design split-plot ANOVA).

* В группе III статистически значимое (отрицательное ремоделирование) изменение в течение времени с учетом коррекции по Бонферрони ($p=0,001$). Статистическая значимость между временами «до операции – более 24 месяцев» и «при выписке – более 24 месяцев».

Статистически значимая разница между группами I и III (по Гринхаузу-Гайссеру $p=0,001$).

Другим важным аспектом исследования был подробный планиметрический анализ МСКТ до и после хирургического лечения и его соотношение с данными, полученными интраоперационно. Помимо этого оценивалась содружественность изменений планиметрических и волюметрических изменений в среднеотдаленном послеоперационном периоде. Несмотря на то, что волюметрический анализ в настоящее время признан основополагающим в оценке ремоделирования аорты (Fillinger M.F., 2010; Dohle D.S., 2016), зачастую состояние аорты в динамике оценивается путем измерения максимального ее диаметра на определенных фиксированных уровнях. Нами были измерены длины окружности, средний диаметр (среднее между продольным и поперечным размерами) и площадь аорты и истинного канала на заданных уровнях в динамике послеоперационного периода. Так из 51 зафиксированных при объемном анализе случаев отрицательного ремоделирования (суммарно во всех трех сегментах), содружественные с ним изменения при планиметрическом анализе были отмечены в 84% измерений площади аорты ($p=0,006$), 69% измерений среднего диаметра ($p<0,001$) и всего лишь 35% данных по длине окружности ($p<0,001$). Это значит, что в остальных случаях увеличение диаметра происходило в областях анатомических изгибов аорты, которые недоступны для измерения на аксиальных срезах. Именно поэтому при анализе состояния аорты в динамике планиметрические измерения на уровнях следует всегда сочетать с тщательным объемным анализом.

С особым вниманием нами был выполнен анализ гибридных вмешательств (Табл. 4.6.) Во всех случаях при истинных гибридных операциях непосредственно перед имплантацией гибридного графта или

стент-графта шаблоном измерялся диаметр истинного канала (точно так же, как и при операции Elephant Trunk). При сравнении расчетных диаметров истинного канала, полученных при измерении длины окружности, площади и среднего диаметра, наиболее близкие значения к интраоперационному измерению шаблоном получены при измерении именно длины окружности на МСКТ до операции. При этом интраоперационные измерения составляли примерно $120 \pm 20\%$ от рассчитанного по МСКТ до операции размера истинного канала. Связано это в первую очередь с тем, что при расслоении аорты истинный канал сдавлен ложным, а интима зачастую образует складки, не всегда доступные для визуализации при анализе МСКТ. Окончательное решение при выборе размера стент-графта (так же, как и размера «хобота» при операции Elephant Trunk) следует принимать на основании интраоперационного измерения истинного канала шаблоном. Так при сравнении размера установленного графта с данными МСКТ до операции oversizing на уровне перешейка наблюдался бы в 75% случаях (варьируя от 8 до 76%), а при сравнении с интраоперационными измерениями – в 56% (от 3 до 36%). Другой причиной подобных различий между методами измерения являются погрешности при выполнении МСКТ аорты по месту жительства: интима аорты совершает колебательные движения в различные периоды сердечного цикла, таким образом при наличии исследования лишь в одну фазу оценка фактического размера истинного канала затруднительна. (По той же причине выполнение корректного анализа размеров истинного канала в среднеотдаленном периоде во всех исследуемых группах было невозможно – большая часть МСКТ выполнялась пациентами по месту жительства.). Корректный выбор размера гибридного или стент-графта является основополагающим фактором профилактики стент-ассоциированных осложнений. Возможно, учитывая имеющуюся у всех пациентов с расслоением аорты разницу в размере истинного канала от перешейка к уровню левого предсердия, даже при подостром и хроническом расслоении

следует избегать преувеличения истинного канала на уровне перешейка более 5-10%.

Как видно в Таблице 4.6., размеры установленных графтов были несколько больше при использовании эндоваскулярных графтов, (Рис. 4.10.) отчасти это можно объяснить тем, что в анализ вошли также 3 пациента, которым было выполнено этапное стентирование аорты с зоной посадки в «ХОБОТ» слона.

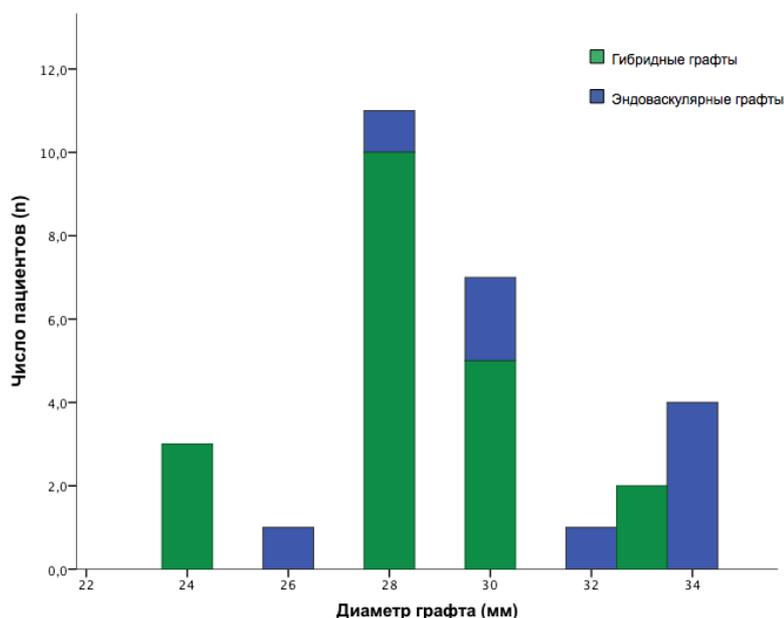


Рисунок 4.10. Диаметр гибридных и эндоваскулярных графтов при операциях Frozen Elephant Trunk.

В анализ включены 3 пациента из группы I после этапного стентирования аорты.

Трое пациентов после гибридных операций II типа

в анализ не включены, так как зона посадки в их случае была выше и были использованы большие по размеру графты.

Таблица 4.6.

Расчетный анализ группы операций Frozen Elephant Trunk.

Параметр	
Средний размер графта, мм ($M \pm \sigma$, мин – макс)	29,3 \pm 2,9 (24-34)
Из них при использовании	
гибридных графтов	28,4 \pm 2,5 (24-33)
эндоваскулярных графтов	31,3 \pm 3,0 (26-34)
Дистальный край стент-графта, Th ($M \pm \sigma$, мин – макс)	8,82 \pm 1,0 (7-11)
Preoperative oversizing ratio, %	

<p>(преувеличение истинного канала на основании его дооперационного расчетного диаметра с учетом полного раскрытия стент-графта) (Me, мин – макс; M ± σ)</p> <p style="text-align: right;">на уровне перешейка на уровне ЛП</p>	<p>29 (8-76); 35 ± 18 35 (8-80); 36 ± 17</p>
<p>Pre-/intraoperative true lumen rate, % (отношение интраоперационного диаметра истинного канала к рассчитанному на дооперационном МСКТ по длине окружности диаметру аорты на уровне перешейка) (M ± σ)</p>	<p>123 ± 20</p>
<p>Intraoperative oversizing, % (истинное преувеличение на основании измеренного интраоперационно размера истинного канала на уровне перешейка и с учетом полного раскрытия стент-графта) (Me, мин – макс; M ± σ)</p>	<p>8 (3-36%); 11,5 ± 10</p>
<p>Postoperative oversizing ratio на уровне ЛП, % (фактическое преувеличение истинного канала с учетом частичного раскрытия стент-графта) (Me, мин – макс; M ± σ)</p> <p style="text-align: right;">на момент выписки через 6 месяцев после опер через 12 месяцев после операции через ≥24 месяца после операции</p>	<p>14 (3-30); 14,6 ± 8 23 (5-59); 27 ± 15 26 (1-47); 23 ± 17 31 (27-68); 34 ± 9</p>
<p>Taper ratio перешеек – ЛП, % (соотношение размера истинного канала от перешейка к ЛП) (Me, мин – макс, M ± σ)</p> <p style="text-align: right;">до операции* при выписке* через 6 месяцев после операции* через 12 месяцев после операции через ≥24 месяца после операции</p>	<p>8 (от -13 до 33); 10,6 ± 10 5 (от -16 до 29); 6 ± 9 5 (от -5 до 66); 10 ± 13 2 (от 1 до 32); 6 ± 8 9 (от 1 до 48); 15 ± 17</p>
<p>Полное раскрытие стент-графта, % через 6 месяцев</p>	<p>34%</p>

	через 12 месяцев	44%
	через ≥ 24 месяцев	71%
Taper ratio distal, % (соотношение размера истинного канала на уровне дистального края стент-графта и на 2 см дистальнее) (Me, мин – макс; $M \pm \sigma$)		
	при выписке	10 (1-35); 11 ± 9
	через 6 месяцев после операции	8 (1-38); 11 ± 10
	через 12 месяцев после операции	9 (1-35); 12 ± 11
	через ≥ 24 месяца после операции	22 (1-39); 20 ± 15

Значения p представлены между тремя группами. Большие показатели σ обусловлены смещением графика распределения ввиду наличия отрицательных или минимальных (около 1) показателей ratio.

* Отрицательные показатели taper ratio отражают увеличение диаметра истинного канала от перешейка к уровню левого предсердия

Необходимо признать, что несмотря на встречающиеся в литературе данные, свидетельствующие о более быстром ремоделировании аорты при остром расслоении, оценка данного показателя в зависимости от стадии расслоения была затруднительна, так как в трех из шести случаев с острым

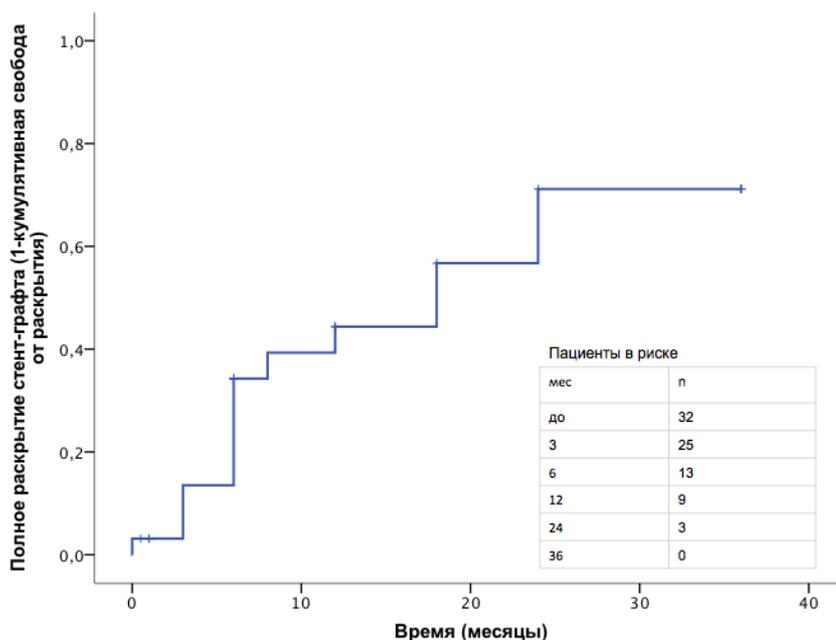


Рисунок 4.11. График Kaplan-Meier, отражающий скорость расправления графта в после гибридных операций ($n=32$). В анализ включены 3 пациента из группы I после этапного стентирования аорты.

расслоением в данной группе после первичного вмешательства пациентам была выполнена этапная установка голометаллических стентов, которые, как и следовало ожидать, сразу же «расправили» истинный канал на уровне установки. Вне зависимости от стадии расслоения полное расправление стент-графта после операции FET через 6 месяцев после операции развилось у 34% пациентов, через 1 год – у 44%, а через 2 года – в 71% случаев (Рис. 4.11)

Как было указано ранее, в группе I у 1 пациента через 6 месяцев после стентирования «хобота» слона и нисходящей грудной аорты развился надрыв интимы по дистальному краю стент-графта (distal SINE) с выраженной отрицательной динамикой ремоделирования аорты (Рис. 4.12). Пациент был в срочном порядке вызван в РНЦХ для лечения, однако через несколько суток умер в результате разрыва аорты.

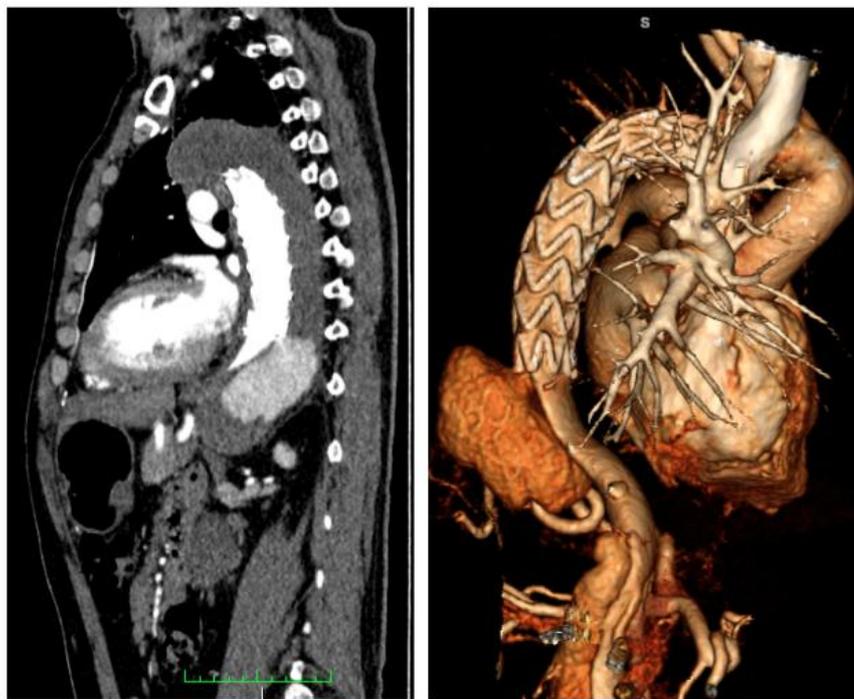


Рисунок 4.12. МСКТ аорты пациента с надрывом интимы по дистальному краю стент-графта (dSINE).

Вдобавок к дисплазии соединительной ткани и мегааорте у пациента имелись и другие стент-ассоциированные факторы риска. При подробном анализе МСКТ аорты пациента после стентирования аорты было получено значение distal taper ratio (соотношение размера истинного канала на уровне

дистального края стент-графта и на 2 см дистальнее), равное 40% (Рис. 4.13). А выраженный градиент между размером истинного канала на уровне дистального края стент-графта и на 2 см дистальнее него является фактором риска развития dSINE. Более того, oversizing на уровне левого предсердия после полного раскрытия стента составил 59%. Сочетание всех этих факторов, вероятно, и привело к развитию dSINE с фатальным исходом.

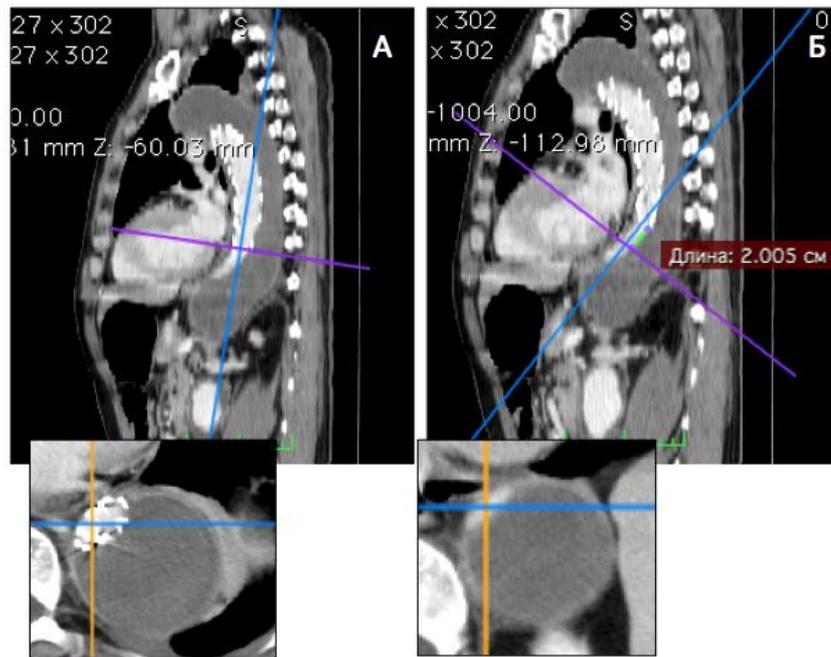


Рисунок 4.13. МСКТ аорты пациента с dSINE за полгода до развития осложнения. Аксиальные срезы на уровне дистального края стент-графта (А) и на 2 см дистальнее графта (Б).

4.4. Факторный анализ. Предикторы сохраненного кровотока в ложном канале и отрицательного ремоделирования

Как известно, наряду с дисплазией соединительной ткани и диаметром нисходящей грудной аорты 4,5 см и более, проходимый ложный канал является важным предиктором повторных операций (Bernard Y., 2001). При проксимальных реконструкциях, в частности протезировании полудуги аорты, по данным Uchino G., к независимым предикторам сохраненного кровотока в

ложном канале (что также включает и развитие частичного тромбоза) относятся расслоение брахиоцефальных ветвей, а также наличие резидуальной фенестрации в аорте дистальнее первичной реконструкции (Uchino G., 2016). Согласно результатам Gariboldi V. (2007) и соавт. к указанным выше предикторам следует также отнести ретроградное поступление крови через ветви нисходящей грудной аорты, а также возраст менее 50 лет и прием варфарина.

В представленном исследовании методом бинарной логистической регрессии был проведен анализ с целью выявления эффекта различных факторов риска на сохранение кровотока в ложном канале (то есть отсутствие тотального тромбоза). При этом к сохраненному кровотоку были отнесены случаи как с полностью проходимым ложным каналом, так и частичным его тромбированием. Факторы, влияющие на состояние ложного канала, были включены в мультивариантный анализ методом прямого включения по Уальду. Учитывая, что наиболее принципиальными зонами для оценки динамики состояния аорты и эффективности хирургического лечения являются первые 2 сегмента (то есть нисходящая грудная аорта), сначала был произведен факторный анализ для исхода в объединенных I и II сегментах.

Таблица 4.7.

Мультивариантный анализ факторов, ассоциированных с сохраненным кровотоком в ложном канале нисходящей грудной аорты

ОШ		95% доверительный интервал		Значение р
		Нижнее значение	Верхнее значение	
Резидуальная фенестрация	39,058	4,436	343,930	0,001
Объем ложного канала в сегменте II	1,017	1,000	1,030	0,045

Построенная модель логистической регрессии была статистически достоверна ($\chi^2(2) = 25,783$, $p=0,000003$). Модель объяснила 48,5% (R^2 Нэйджелкерка) вариантности в состоянии ложного канала и имела 76,7% корректных предсказаний.

Были выявлены следующие факторы риска сохраненного кровотока в ложном канале в нисходящей грудной аорте: наличие резидуальной фенестрации (ОШ 39,058.; $p=0,001$) было ассоциировано с 39-кратным увеличением вероятности сохраненного кровотока в ложном канале. (Табл. 4.7). Другими факторами, повышающими вероятность сохраненного кровотока в ложном канале, стал объем ложного канала во втором сегменте аорты (ОШ 1,017; $p=0,045$).

При отдельном анализе сегмента I в качестве факторов риска сохраненного кровотока в нем были выявлены расслоение брахиоцефальных ветвей (ОШ 9,052; $p=0,029$), дисплазия соединительной ткани (ОШ 27,311; $p=0,001$), а также наличие резидуальной фенестрации (ОШ 12,591; $p=0,008$) (Таб. 4.8.). При отдельном рассмотрении сегмента II в качестве фактора риска выявлено наличие резидуальной фенестрации в сегменте или на границе с ним (ОШ 2,734; $p=0,040$), в сегменте III - объем ложного канала в данном сегменте (ОШ 1,279; $p=0,01$).

Таблица 4.8.

Мультивариантный анализ факторов, ассоциированных с сохраненным кровотоком в ложном канале в сегменте I

	ОШ	95% доверительный интервал		Значение р
		Нижнее значение	Верхнее значение	
Расслоение брахиоцефальных ветвей	9,052	4,436	343,930	0,029
Дисплазия соединительной ткани	27,311	1,000	1,030	0,001
Наличие резидуальной фенестрации в сегменте или на	12,591	4,232	176,242	0,008

границе с ним.				
----------------	--	--	--	--

ОШ – отношение шансов.

Построенная модель логистической регрессии была статистически достоверна ($\chi^2(2) = 32,460$, $p < 0,000001$). Модель объяснила 60,9% (R^2 Нэйджелкерка) вариантности в состоянии ложного канала и имела 86,7% корректных предсказаний.

Аналогичным образом был выполнен факторный анализ развития отрицательного ремоделирования аорты по сегментам (Табл. 4.9.). Значимыми факторами риска для первого сегмента по нашим данным стало отсутствие тромбоза ложного канала в данном сегменте (ОШ 10,370; $p = 0,003$); Для второго сегмента этими факторами риска стали дисплазия соединительной ткани (ОШ 31,200; $p < 0,001$) и расслоение брахиоцефальных ветвей ткани (ОШ 14,615; $p = 0,008$); для третьего сегмента – также дисплазия соединительной ткани (ОШ 10,571; $p = 0,001$).

Таблица 4.9.

Мультивариантный анализ факторов, ассоциированных с отрицательным ремоделированием аорты в нисходящей грудной аорте

	ОШ	95% доверительный интервал		Значение р
		Нижнее значение	Верхнее значение	
СЕГМЕНТ I				
Отсутствие тромбоза ложного канала в сегменте	10,370	2,237	48,068	0,003
СЕГМЕНТ II				
Дисплазия соединительной ткани	31,200	6,486	150,087	<0,001
Расслоенные	14,615	2,003	106,661	0,008

БЦВ				
СЕГМЕНТ III				
Дисплазия соединительной ткани	10,571	2,758	40,515	0,001

ОШ – отношение шансов.

Построенная модель логистической регрессии для сегмента I была статистически достоверна ($\chi^2(2) = 10,008$; $p=0,002$). Модель объяснила 26% (R^2 Нэйджелкерка) вариантности в состоянии ложного канала и имела 83,1% корректных предсказаний.

Построенная модель логистической регрессии для сегмента II была статистически достоверна ($\chi^2(2) = 32,635$; $p<0,000001$). Модель объяснила 60,8% (R^2 Нэйджелкерка) вариантности в состоянии ложного канала и имела 86,4% корректных предсказаний.

Построенная модель логистической регрессии для сегмента III была статистически достоверна ($\chi^2(2) = 13,202$; $p=0,00028$). Модель объяснила 29% (R^2 Нэйджелкерка) вариантности в состоянии ложного канала и имела 79,7% корректных предсказаний.

Ввиду небольшой частоты осложнений, ассоциированных с гибридной хирургией, а также небольшого количества этапных операций по поводу отрицательного ремоделирования аорты, регрессионный анализ для данных исходов не был выполнен. Тем не менее, в исследовании наглядно показаны категории пациентов, подверженные наибольшему риску нежелательных явлений, ассоциированных с аортальной патологией. В первую очередь это случаи с проходимым ложным каналом в нисходящей грудной аорте. Следует указать, что у подавляющего большинства пациентов тромбоз в ложном канале на уровне висцеральных ветвей и дистальнее отсутствовал, так как у большого числа пациентов в данном сегменте (III) определялись множественные фенестрации (62,9%), а также распространение расслоения на висцеральные ветви (52,9%). Следовательно наличие кровотока в ложном канале в брюшной аорте является довольно частым явлением и не ассоциировано с достоверно отрицательным течением среднеотдаленного периода, в отличие от дисплазии соединительной ткани. Несмотря на то, что регрессионный анализ проводился на относительно небольшой группе

пациентов и к показателям отношения рисков следует относиться с некоторой осторожностью, полученные нами данные полностью коррелируют с данными литературы и в очередной раз подтверждают необходимость индивидуального подхода при лечении пациентов с расслоением I типа по DeBakey.

4.5. Оценка качества жизни пациентов в среднеотдаленном периоде

С целью оценки качества жизни оперированных пациентов в отдаленном периоде использовался опросник SF-36 (Short Form Health Survey, Medical Outcome Study, RAND Corporation, США) (Tarlov A.R., 1989). Данный опросник, включает в себя 36 вопросов, включенных в 8 групп по оценке состояния и функциональности пациентов:

- Физическое функционирование (Physical Functioning – PF)
- Ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием (Role-Physical Functioning – RP)
- Интенсивность боли (Pain – P)
- Жизненная активность (Vitality – VT)
- Ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием (Role-Emotional Functioning– RE)
- Общее состояние здоровья (General Health – GH)
- Социальное функционирование (Social Functioning – SF)
- Психическое здоровье (Mental Health – MH)

Далее проводится расчет по схеме суммарного бала физического здоровья (PH total) и психического здоровья (MH total)

Результаты, полученные нами в результате опроса, также подтвердили преимущество выполнения более радикальных вмешательств при расслоении всей аорты. Тем не менее, необходимо учитывать, что период наблюдения за пациентами третьей группы больше по сравнению с первыми двумя группами ($40,4 \pm 32,2$ против $25,7 \pm 11,5$ в первой группе и $21 \pm 13,7$ во второй; $p=0,035$).

Также безусловным ограничением исследования является большое число выпавших из наблюдения (7 человек) пациентов в третьей группе, для этого при статистическом анализе данных были использованы корригирующие тесты. Были получены статистически значимые различия между радикальными вмешательствами и группой проксимальных реконструкций практически в показателях ролевого функционирования, обусловленного эмоциональным состоянием, социального функционирования, общего состояния здоровья и психического здоровья (Табл. 4.10). Итоговый показатель, обобщающий состояние психического здоровья был достоверно различен в группах I и III ($p=0,034$). Низкие показатели психического здоровья у пациентов всех групп можно объяснить сохраняющимся расслоением аорты дистальнее реконструкции, а также в ряде случаев дисплазией соединительной ткани, предполагающей прогрессивное течение заболевания. Статистически более низкие показатели, перечисленные выше, в группе проксимальных реконструкций можно объяснить сохраняющимися ограничениями в образе жизни у пациентов после нерадикальных реконструкций (ввиду наличия расслоения аорты дистальнее реконструкции с проходимым ложным каналом на всем протяжении).

Таблица 4.10.

Сравнение качества жизни пациентов в отдаленном послеоперационном периоде по данным опросника SF-36

ШКАЛА n (%)	I группа (n=17)	II группа (n=25)	III группа (n=14)	Значение p
Физическое функционирование (PF)	76,5 ± 15,4	75,6 ± 9,9	65,7 ± 13,0	0,052
Ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием (RP) *	69,1 ± 18,8	64,4 ± 12,3	53,6 ± 21,6	0,097
Интенсивность боли (BP) *	95,9 ± 16,7	94,3 ± 11,8	97,7 ± 2,7	0,135

Жизненная активность (VT) *	60,3 ± 9,4	59,6 ± 8,9	52,1 ± 12,7	0,179
Ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием (RE) * ^а	96,1 ± 16,2	89,3 ± 18,6	78,6 ± 21,1	0,015
Общее состояние здоровья (GH) ^б	48,8 ± 17,8	54,9 ± 19,9	40,0 ± 15,1	0,045
Социальное функционирование (SF) ^в	86,8 ± 17,9	74,6 ± 19,4	77,7 ± 12,2	0,041
Психическое здоровье (MH) ^г	63,5 ± 16,1	67,0 ± 12,7	52,6 ± 12,0	0,006
Суммарный балл по физическому здоровью (PH total)	47,6 ± 6,7	47,6 ± 4,4	44,9 ± 5,5	0,305
Суммарный балл по психическому здоровью (MH total) ^д	50,0 ± 5,3	48,3 ± 6,5	44,6 ± 5,2	0,026

Сравнение переменных с нормальным распределением выполнено методом one-way ANOVA (дополнены тестом Уэлча).

* Сравнение переменных с ненормальным распределением выполнено методом Крускала-Уоллиса.

а - достоверная разница в показателях между группами I и III (p=0,004);

б - достоверная разница в показателях между группами II и III (p=0,045);

в - достоверная разница в показателях между группами I и II (p=0,039) и группами I и III (p=0,012);

г - достоверная разница в показателях между группами II и III (p=0,007);

д - достоверная разница в показателях между группами I и III (p=0,034);

Заключение

Расслоение аорты I типа по DeBakey – тяжелая патология сердечно-сосудистой системы, ассоциированная с прогрессивным течением, высокой летальностью в острейшем периоде заболевания, а также низкой выживаемостью в отдаленном периоде ввиду больших рисков фатальных осложнений при ее естественном течении. Лечение данной патологии за последние десятилетия претерпело значительные изменения: от терапевтического ведения пациентов и первых попыток хирургической коррекции с крайне высокой периоперационной летальностью до сложных этапных реконструкций на грудной и торакоабдоминальной аорте. С целью упрощения выполнения второго этапа хирургического лечения в 1983г. Н. Borst разработал операцию Elephant Trunk, заключающуюся в протезировании дуги аорты с низведением «хобота» в нисходящую грудную аорту с последующим упрощением выполнения проксимального анастомоза при этапном торакоабдоминальном протезировании аорты. Относительно новым направлением хирургии расслоения аорты в настоящее время является гибридная хирургия, сочетающая в себе открытую хирургическую и эндоваскулярную методики и позволяющая снизить травматичность лечения с одной стороны и выполнить радикальное вмешательство – с другой. К гибридным вмешательствам, рекомендуемым при расслоении всей аорты, следует отнести операцию Frozen Elephant Trunk (являющуюся вариацией классической операции Borst, дополненной не открытым протезированием торакоабдоминального отдела, а стентированием нисходящей грудной аорты). Также в ряде случаев, например у пациентов высокого хирургического риска, (с тяжелой сопутствующей патологией, отягощенным анамнезом и т.д.) возможно выполнение гибридных операций второго типа, когда выполняется дебранчинг (переключение) брахиоцефальных ветвей в протез восходящей аорты с дальнейшей установкой стент-графта в нисходящую грудную аорту. Тем не менее, гибридные технологии также не являются абсолютно безопасными и ассоциированы с рядом специфических осложнений, особенно

у пациентов с дисплазией соединительной ткани: эндолики, надрыв интимы по дистальному краю стент-графта, параплегия. Именно поэтому важно понимать, что ни один из имеющихся методов не является панацеей.

В мировом сообществе вопрос выбора оптимального объема при хирургическом лечении расслоения аорты I типа по DeBakey по-прежнему остается противоречивым. Ранее стандартным подходом являлся принцип «primary tear oriented», который предполагает резекцию проксимальной фенестрации и протезирование восходящего отдела аорты по методике открытого дистального анастомоза или протезирования полудуги аорты (Bavaria J., 2001). Данная концепция основана на ряде публикаций, указывающих на высокие периоперационные риски осложнений и летальности при более радикальных вмешательствах на грудной аорте (Ohtsubo S., 2002; Pagni S., 2013). К тому же ряд авторов указывают на сопоставимые результаты по выживаемости и частоте реопераций при сравнении процедуры hemiarch с протезированием дуги и операциями «хобот» и «замороженный хобот слона» (Kim J.B., 2011; Rylski B., 2014). Однако большое число других авторов указывают на обратное. Известно, что несмотря на успешное выполнение операции на проксимальных отделах аорты и резекцию проксимальной фенестрации, проходимость ложный канал дистальнее первичной реконструкции сохраняется у 64-90% пациентов (Tan M.E., 2005; Zierer A., 2007; Kimura N., 2008; Fattouch K., 2009; Uchino G., 2016), что оказывает крайне неблагоприятное влияние на отдаленные результаты лечения. В мета-анализе, сравнивающем проксимальные реконструкции и более радикальные вмешательства на дуге аорты при расслоении аорты A типа, Yan Y. с группой соавторов выявили, что ранние послеоперационные результаты (госпитальная летальность) лучше при операции Hemiarch, однако отдаленная летальность, частота инсульта и почечной недостаточности в отдаленном периоде в сравниваемых группах одинаковы, а число реопераций после протезирования полудуги достоверно выше (Yan. Y., 2016). По данным Halstead J.C. (2007) и соавторов, сохраненный кровоток в ложном канале,

наряду с диаметром грудной аорты более 4 см, является ведущим фактором реопераций на аорте в послеоперационном периоде. Fattori R. и соавторы в исследовании серии МРТ у 70 пациентов после хирургического лечения по поводу расслоения аорты А типа выявили, что НГА при проходимом ложном канале увеличивается на 3,7 мм/год, в то время как увеличение диаметра НГА у пациентов с тромбированным ложным каналом составило лишь 1,1 мм/год (Fattori R., 2000). Группа авторов во главе с Fattouch K. (2009) указывают, что 10-летняя выживаемость при тромбозе ложного канала и сохраненной в нем кровотоке составляют $88,8 \pm 2,1\%$ и $59,8 \pm 3,5\%$ соответственно, а 10-летняя свобода от реопераций на аорты – $94,2 \pm 3,1\%$ и $63,7 \pm 2,6\%$ соответственно. Согласно публикации Gariboldi V., средний интервал от первичного вмешательства до реоперации составляет $4,7 \pm 2,8$ лет (Gariboldi V., 2007). Также известно, что одним из ключевых факторов, препятствующих развитию тотального тромбоза ложного канала, являются так называемые резидуальные фенестрации (включающие как дистальные, так и проксимальные фенестрации, которые не были ликвидированы при первичном хирургическом лечении). Согласно данным Evangelista A. и соавт., частота резидуальных фенестраций в дистальной части дуги и проксимальном сегменте нисходящей грудной аорты составляет 44% соответственно (Evangelista A., 2012). Это означает, что выполнив более радикальное вмешательство можно значительно увеличить вероятность тромбирования ложного канала и, таким образом, достичь максимальной стабилизации аорты.

Другим нежелательным исходом хирургического лечения данной патологии является частичный тромбоз ложного канала, так как он может привести не к стабилизации аорты, а наоборот: формированию слепого мешка с увеличенным давлением на стенку аорты, что в свою очередь повысит риск ее разрыва. Ранее патофизиологический эффект частичного тромбоза был описан Tsai и соавторами у пациентов с расслоением аорты В типа (Tsai T.T., 2007), авторы также подтвердили, что частичный тромбоз является предиктором неблагоприятного исхода в отдаленном периоде. Позже похожие

результаты получили и в группе пациентов после хирургического лечения острого расслоения А типа (Song S.W., 2010): так при исследовании 66 случаев у 47% выявили полностью проходимый ложный канал, а у 53% наблюдался частичный тромбоз. Увеличение аорты было достоверно более выражено в группе с частичным тромбозом по сравнению с тотальным тромбозом и полностью проходимым ложным каналом. Более того частичный тромбоз достоверно чаще встречался у пациентов после протезирования восходящего отдела аорты и протезирование полудуги аорты (55% против 34 %, $p=0,0001$).

Накопленный опыт в ведущих клиниках мира позволили значительно улучшить результаты хирургических вмешательств на дуге аорты: по данным Di Eusanio даже при остром расслоении аорты А типа протезирование дуги аорты не ассоциировано с более высокой госпитальной летальностью или частотой осложнений (однако авторы не выявили также разницы и в частоте реопераций в отдаленном периоде. Это, вероятно связано с тем, что при формировании дистального анастомоза при классическом протезировании дуги (без «хобота») существует высокий риск формирования новых фенестраций по ходу шва, чего не наблюдается при операции Elephant Trunk и гибридных вмешательствах (Di Eusanio M., 2015). Согласно данным Регистра Острого Расслоения Типа А Германии (German Registry for Acute Aortic Dissection Type A, GERAADA), несмотря на разницу в частоте послеоперационной летальности (18,7% при hemiarch и 25,7% при радикальных вмешательствах на дуге), статистически значимой она не являлась (Easo J., 2012). Другой крупный регистр, International Registry of Acute Aortic Dissection (IRAD), указывает, что ранняя послеоперационная летальность при хирургическом лечении острого расслоения составляет 22,9%, 20,9% 23,7% при протезировании восходящего отдела аорты, операции Hemiarch и протезировании дуги аорты соответственно (Trimarchi S., 2010).

Что касается острого расслоения с висцеральной мальперфузией, все больше публикаций указывают на результаты лечения в пользу более радикальных, особенно гибридных операций (Preventza O., 2014). Так

согласно экспертной публикации Европейской Ассоциации Кардиоторакальных Хирургов (EACTS) операция Frozen Elephant Trunk является методом выбора при остром расслоении А типа, особенно при наличии мальперфузии висцеральных органов, почек или нижних конечностей) (Shrestha M. 2015). Зачастую висцеральная мальперфузия ассоциирована с наличием фенестрации именно в дистальной части дуги или проксимальной нисходящей грудной аорте (Bonser R.S., 2011). Очевидным достоинством гибридных операций является большая протяженность реконструкции («хобот» в данном случае представлен стент-графтом), что и объясняет их большую эффективность (Preventza O., 2014). С другой стороны, операции Elephant Trunk, при меньшей длине «хобота» не ассоциированы с риском параплегии по сравнению с гибридными операциями, при которых частота параплегии варьирует от 0 до 28% (в среднем составляя 8%) (Tsagakis K., 2010; Jakob H., 2011; Leontyev S., 2013). Также необходимо учитывать риски развития стент-ассоциированных осложнений в среднем и отдаленном послеоперационном периоде. Особенно высоки эти риски у группы пациентов с дисплазией соединительной ткани: по данным Dong Z.H. и соавт. частота дистальных надрывов интимы у пациентов с синдромом Марфана втрое выше, чем в общей популяции (Dong Z.H., 2010).

Большинство доступных стент-графтов и гибридных протезов обладают выраженной продольной ригидностью, обеспечивающей каркасную поддержку и препятствующей миграции стента при его позиционировании в «линейные» сегменты аорты (Heikkinen M.A., 2006; Corbett T.J., 2010). Однако имплантация подобных стент-графтов в зону изгиба сосуда приводит к обратному эффекту: потоки крови, проходя через дистальный сегмент дуги и перешеек аорты, приводят к образованию выраженных центрифужных сил (Morris L., 2006). Стент-графт, который имеет жесткую продольную структуру, не способен амортизировать («гасить») эти силы, в результате чего латерально направленные «толчки» в области перешейка аорты передаются дистальному краю стент-графта в виде колебательных движений, что в итоге приводит к

развитию эндолика Ib типа (подтекания в области дистальной зоны посадки графта) (Volodos S.M., 2005; Rafii B.Y., 2008; Jánosi RA, 2015). Единственным в настоящее время гибридным протезом, имеющим структуру, потенциально повышающую «гибкость» стент-графта, является Thoraflex™ Hybrid Prosthesis (Vascutek ®, Terumo ®, Inchinnan, Scotland, UK). Однако достоверных данных по сравнению биомеханических свойств гибридных протезов нет (Singh C., 2017). С другой стороны протез Thoraflex доступен в диаметрах от 26 до 40 мм, таким образом, при остром расслоении с выраженным сдавлением истинного канала установка минимального графта диаметром 26 мм может быть ассоциирована с выраженным оверсайзингом.

Безусловно, потенциальные осложнения гибридных методов лечения не являются дефектом собственно методики, но указывают на необходимость создания четких алгоритмов отбора пациентов, корректного выбора диаметра и длины гибридных протезов и стент-графтов, а также усовершенствования их дизайна. В настоящее время существует множество различных моделей гибридных графтов в различных диапазонах размеров и длины, с браншами для ветвей дуги аорты, с различными механизмами имплантации, а также различной структурой колец стент-графта. Тем не менее, в отличие от имплантации стент-графта при патологии брюшного отдела аорты, где структура ее максимально приближена к линейной, в области дуги аорты и ее перешейка стент-графт и стенка аорты подвержены намного большим динамическим ударам: во-первых, ввиду наличия кривизны аорты (многоплоскостной геометрии) (Cheng S.W.K., 2008; Akin I., 2009), во-вторых, артериальное давление в данной области значимо выше, чем в ее брюшном отделе. Более того в систолу и диастолу левого желудочка геометрическое положение аорты также меняется (сокращение/релаксация) (Frazin L.J., 1990). Все это в совокупности с ригидной структурой стент-графта, неполным соответствием его конфигурации изгибу аорты и пульсирующим стрессом приводит к повреждению интимы (Greenberg R., 2000).

С целью технического усовершенствования гибридных протезов и стент-графтов требуется дальнейшее изучение биомеханических свойств нормальной нативной стенки аорты. На основании имеющихся данных уже сейчас разрабатываются новые модели графтов, например группа авторов во главе с Chen Y. предложили графт с двойным покрытием из политриметилентерефталата в качестве внутреннего слоя и полиэтилен терефталата в качестве наружной стенки (оба слоя широко и «рыхло» фиксированы друг с другом) (Chen Y., 2011). Внутренний слой обеспечит необходимую эластичность и комплаенс стенке графта, а наружный слой – улучшенное прилегание графта к стенке аорты и максимально приближенную к нативной вивдкессельную функцию. Другие авторы предлагают модель графта с полиэтилентетрафалатом в сочетании с мягкой губчатой прослойкой, по структуре напоминающей гидроскелет гусеницы (Singh C., 2014), по данным авторов графт обладает лучшим комплаенсом, чем графт Zenith FlexSG (Cook Medical Inc., USA) и по биомеханическим свойствам намного ближе к нативной стенке аорты. Необходимым шагом также кажется переход от Z-образной структуры стент-графта к овальным кольцам, что ликвидирует угловое несоответствие графта и аорты в области ее изгиба, а также позволит подавлять «толчки» и турбулентные потоки крови в области перешейка и, как следствие, минимизировать колебательные движения дистального края стент-графта (Rödel S.G.J., 2009; Demanget N., 2012; Singh C., 2017).

Как операции Elephant Trunk, так и Frozen Elephant Trunk являются технически сложными вмешательствами, требующими выполнения части реконструкции в условиях циркуляторного ареста. Безусловно, на их фоне, «простота» проксимальных реконструкций (протезирования восходящего отдела аорты или замена ее полудуги) является крайне привлекательной. Однако при слаженной работе многопрофильной команды (aortic team) и соблюдении всех разработанных протоколов выполнение радикальных вмешательств не ассоциировано с большей хирургической летальностью или частотой периоперационных осложнений (Di Eusanio M., 2015). Все

вышеописанные данные необходимо учитывать при выборе тактики лечения пациента.

Независимо от варианта выбранной радикальной реконструкции (операция Elephant Trunk или гибридные вмешательства), ключевой задачей обеспечения операций подобной сложности является защита головного мозга и висцеральных органов с использованием всех современных возможностей анестезиологии и перфузиологии. Важным моментом в обеспечении таких сложных реконструкций является подключение искусственного кровообращения. Наиболее распространенным в настоящее время вариантом является подключение артериальной магистрали через правую подключичную или подмышечную артерию (что удобно для последующего проведения антеградной перфузии головного мозга), данная тенденция подкреплена результатами мета-анализа 14 публикаций ведущих аортальных клиник (Tivari K.K., 2010) и используется в ежедневной практике РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского. К альтернативным вариантам можно отнести канюляцию сонной артерии, брахиоцефального ствола, нерасслоенной общей бедренной артерии, а также прямую канюляцию аорты (в истинный канал) (Барбухатти К.О., 2016). По мнению P. Urbanski и соавторов, канюляция общей сонной артерии (а при необходимости обеих общих сонных артерий) с использованием протеза имеет ряд достоинств: нет необходимости имплантировать баллонные катетеры в зачастую атеросклеротически измененные или расслоенные устья брахиоцефальных ветвей; другими достоинствами общих сонных артерий по сравнению с подмышечной артерией авторы называют больший диаметр, что позволяет осуществлять ИК у пациентов с массой тела более 100 кг, а также возможность выбора стороны подключения для проведения антеградного ИК без утраты удобства (например при расслоении правой ПкЛА и БЦС) (Urbanski P.P., 2010). Что касается подключения ИК через общую бедренную артерию, несмотря на техническую простоту метода, к его недостаткам следует отнести риск эмболии при ретроградном потоке крови (брюшная аорта является наиболее подверженной атеросклеротическим изменениям), разрыва аорты

при канюляции в ложный канал, а также риск инфекционных осложнений (Rylski B., 2014). Ряд авторов предлагают прямую канюляцию истинного канала восходящего отдела аорты под контролем УЗИ (Khaladj N., 2008; Frederick J.R., 2013; Osumi M., 2014), однако очевидным недостатком метода является возможность выполнить канюляцию лишь после стернотомии. Выбор того или иного варианта подключения ИК в каждом случае должен быть индивидуален и учитывать все особенности пациента: состояние гемодинамики, распространение расслоения на ветви аорты, наличие мальперфузии головного мозга и висцеральных органов, выраженность атеросклеротического процесса в магистральных сосудах и аорте, анамнез и комплекцию пациента.

Еще одной ключевой задачей при операциях на дуге аорты является обеспечение защиты головного, спинного мозга и висцеральных органов. Известно, что потребление кислорода мозгом в сравнении с нормотермией (37 °С) снижается на 50% при температуре 28°С, на 80% при 18°С и почти на 90% при гипотермии 8°С (Ehrlich M.P., 2002). С момента разработки и внедрения в практику методик глубокой гипотермии (Griep R.V., 1975; Borst H.G., 1964), и позже антеградной моно- и бигемисферальной перфузии головного мозга (Guilmet D., 1986; Kazui T., 1986), было проведено большое число исследований по сравнению их эффективности, однако даже в настоящее время отмечается необычайный разброс тактики защиты головного мозга даже среди ведущих аортальных центров. Еще совсем недавно ряд хирургов пропагандировали ЦА при гипотермии 10-13°С (Griep R., 2007), другие применяли ретроградную 8-10-градусную перфузию головного мозга при гипотермии 8-12°С (Coselli J.S., 1997). Ряд авторов предлагают АПГМ с температурой перфузата 8-10°С в то время как ЦА осуществляется на уровне гипотермии 25-28°С (Bachet J., 1999), другие же центры проводят перфузии головного и спинного мозга «теплой» кровью на фоне гипотермии тела («теплая голова – холодное тело») (Евдокимов М.А., 2014; Россейкин Е.В., 2016). Тем не менее, наиболее распространенной тактикой при операциях на

дуге аорты является АПГМ перфузатом 22-28°C при умеренной гипотермии (26-28°C) (Kazui T., 2001; Harrington D.K., 2007; Misfeld M., 2013; De Paulis R., 2014). Отказ от глубокой гипотермии в пользу умеренной с АПГМ обусловлен тем, что несмотря на протективное действие и удобство выполнения реконструкций при «сухом» операционном поле, существует ряд специфических осложнений (коагулопатия, полиорганная недостаточность, системный воспалительный ответ), ассоциированных не столько с самой гипотермией, сколько с длительным согреванием пациентов и, как следствие, продолжительным ИК. Известно, что у пациентов старшей возрастной группы применение глубокой гипотермии длительностью более 25 минут ассоциировано с высокой частотой послеоперационных неврологических осложнений и длительной реабилитацией (Ergin M.A., 1994; Reich D.L., 1999). С другой стороны, мы считаем крайне опасной нарастающую тенденцию к проведению сложных вмешательств на дуге аорты при температурном режиме 30°C и выше, что при отсутствии значительного опыта в выполнении подобных реконструкций, может быть ассоциировано с повышенным риском послеоперационных осложнений (Luehr M., 2014). Также по-прежнему продолжаются споры относительно выбора между моно- и бигемисферальной перфузией головного мозга. В то время как одни авторы публикуют данные об успешном применении моногемисферальной перфузии головного мозга (16°C) при гипотермическом ЦА 26°C длительностью 30±15 мин (Urbanski P.P., 2012; Leshnowar V.G., 2010), другие источники указывают на не столь удовлетворительные отдаленные результаты при использовании моногемисферальной АПГМ (по сравнению с би-АПГМ) при длительности ЦА более 40 мин (Krahenbühl E.S., 2010). Некоторые авторы при выборе варианта перфузии основываются на таких факторах, как наличие значимого атеросклеротического поражения одной из сонных артерий, ТИА или ОНМК в анамнезе, а также разомкнутого Виллизиева круга (хотя доказано, что роль замкнутости Виллизиева круга в адекватном кровоснабжении головного мозга при моногемисферальной перфузии значимо преувеличена (Urbanski P.P.,

2012)). Так или иначе, большие надежды на оценку эффективности различных методов защиты головного мозга возлагаются на продолжающееся в настоящее время крупное (более 40 клиник) мультицентровое исследование – ARCH project (Yan T.D., 2014). В РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского в течение последнего десятилетия был осуществлен переход от глубокой гипотермии без перфузии головного мозга к умеренной гипотермии с бигемисферальной АПГМ.

Другим немаловажным вопросом является скорость перфузии головного мозга, ведь его гиперперфузия ведет к намного более высокой частоте неврологических осложнений, чем его умеренная гипоперфузия. Это происходит ввиду повышения мозгового кровотока и внутричерепного давления, что в свою очередь приводит к отеку и повреждению клеток головного мозга (Halstead J.C., 2008; Haldenwang P.L., 2010). Наиболее оптимальной считается объемная скорость перфузии 8-12 мл/мин/кг массы тела (0,6 мл/мин/г массы ткани головного мозга) при перфузионном давлении 40-60 мм.рт.ст. при температуре 23-28°C. (Haldenwang P., 2010; Bachet J., 2012; Misfield M., 2012; Spielgovel D., 2013). В нашей практике за исходное значение объемной скорости перфузии мы считаем 10 мл/мин/кг. Решение о недостаточности объемной скорости АПГМ принимается на основании одновременного снижения данных о церебральной оксигенации (по данным оксиметрии) и максимальной систолической скорости кровотока по средней мозговой артерии (по транскраниальной доплерографии). В то же время признаки гиперперфузии выявляются в первую очередь по данным транскраниальной доплерографии (церебральная оксиметрия к гиперперфузии менее чувствительна) (Белов Ю.В., 2016).

Таким образом, выполнение радикальных вмешательств на грудной аорте, в частности операций Elephant Trunk и Frozen Elephant Trunk требует слаженной работы мультидисциплинарной команды (aortic team), а также строгого соблюдения современных протоколов обеспечения подобных вмешательств.

Материалом настоящего исследования явились 78 пациентов, прооперированных в ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского» по поводу расслоения аорты I типа по DeBakey, в I группу вошли 22 пациента, которым выполнено хирургическое лечение по методу Elephant Trunk с модификацией в дистальном анастомозе и пуском кровотока в истинный канал. Во второй группе пациентам выполнялись гибридные операции Frozen Elephant Trunk, у трех пациентов выполнено протезирование восходящего отдела с или без замены полудуги аорты с переключением (дебранчингом) брахиоцефальных ветвей в протез аорты (гибридные операции II типа). Пациенты III группы проходили хирургическое лечение в РНЦХ в более ранние годы (2009-2013), им выполнялись лишь проксимальные реконструкции: протезирование восходящего отдела аорты с или без замены ее полудуги. В исследовании был проведен анализ интраоперационных показателей, ранних послеоперационных результатов, а также среднеотдаленной выживаемости. Помимо этого проведена оценка состояния аорты на до и послеоперационном периоде со сравнением ее ремоделирования в исследуемых группах, а также анализ факторов, ассоциированных с отсутствием тотального тромбоза ложного канала.

Что касается характеристики пациентов на дооперационном этапе, во всех случаях по данным МСКТ определялось истинное расслоение аорты I типа по DeBakey (т.е. до ее бифуркации). Группы были сопоставимы практически по всем предоперационным данным, средний возраст составил $51,9 \pm 10,1$ года. Статистически значимая разница между группами определялась лишь в частоте дисплазии соединительной ткани (в группе II она встречались достоверно реже, $p=0,028$), что полностью соответствует мировым рекомендациям по ограниченному применению гибридных и эндоваскулярных методик у пациентов с дисплазией. Всего было прооперировано 19,2% пациентов в острую, 29,5% - в подострую и 51,3% - в хроническую стадию расслоения.

Все вмешательства выполнялись в условиях искусственного кровообращения, операции ET и FET выполнялись при умеренной гипотермии (около 26 °С), а также формировании части реконструкции на циркуляторном аресте с бигемисферальной перфузией головного мозга. В группе проксимальных реконструкций 17 пациентам из 27 выполнялось протезирование восходящей аорты или операция Nemiarch с кратковременным циркуляторным арестом с моно- (8 больных) или бигемисферальной перфузией (9 больных) при температурном режиме, варьирующем от 20 до 28 °С. В остальных случаях протезирование восходящего отдела аорты выполнялось на пережатой зажимом аорте при температурном режиме 26 – 32 °С. По выполненным на корне и аортальном клапане и сочетанным вмешательствам все три группы достоверно не различались, всего супракоронарное протезирование восходящей аорты было выполнено 56% случаев (из них у 34,5% - в сочетании с пластикой корня или аортального клапана), операция Bentall-DeVono – у 30% больных, отдельное протезирование клапана и восходящей аорты – у 2,6% пациентов. Из сопутствующих вмешательств у 11,5% больных было выполнено коронарное шунтирование, у 3,9% - вмешательство на митральном или трикуспидальном клапанах.

Во всех группах оценивалась частота развития ранних и среднеотдаленных сердечно-сосудистых осложнений, а также летальных исходов (ассоциированных и неассоциированных с аортальной патологией и проведенным хирургическим лечением). При оценке послеоперационных осложнений использовались стандарты описания и классификации, принятые ведущими клиниками мира, в частности входящими в клиническое исследование “ARCH project” (Yan T.D., 2014). Сбор МСКТ до операции и на момент выписки производился про- и ретроспективно с использованием базы данных РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского, послеоперационные МСКТ пациенты выполняли по месту жительства и высылали на контактный электронный адрес отделения хирургии аорты и ее ветвей (KX1).

Прооперированные пациенты выписывались с рекомендациями о выполнении данного исследования через 3 (при остром расслоении), 6 и 12 месяцев и далее ежегодно. С использованием программы OsiriX, version 5.5.2. (Pixmco Sàrl, Bernex, Switzerland) производился динамический планиметрический и волюметрический анализ компьютерных томограмм до операции и послеоперационном периоде. На предоперационных компьютерных томограммах оценивались все фенестрации, их локализация и размеры, распространение расслоения на брахиоцефальные ветви, висцеральные органы и нижние конечности. На послеоперационных исследованиях оценивалась хирургическая реконструкция, проходимость брахиоцефальных и висцеральных ветвей, состояние ложного канала (тотальный тромбоз, частичный тромбоз, проходимый ложный канал) на различных уровнях. В соответствии с ранее описанными в литературе стандартами (Dohle D-S, 2016; Shrestha M., 2016) для удобства анализа аорта была разделена на следующие сегменты: от дистального анастомоза до уровня левого предсердия (что в группе гибридных вмешательств соответствовало уровню дистального края стент-графта) – сегмент 1, от уровня левого предсердия до чревного ствола – сегмент 2, от уровня диафрагмы до бифуркации аорты – сегмент 3.

При анализе интраоперационных показателей была выявлена достоверно меньшая длительность ИК, ишемии миокарда и циркуляторного ареста в группе III по сравнению с радикальными вмешательствами ($p < 0,001$). По показателям интраоперационной кровопотери статистически значимая разница получена в пользу операций Elephant Trunk и Frozen Elephant Trunk ($p = 0,013$). Что касается раннего послеоперационного периода, достоверной разницы по частоте послеоперационных осложнений и госпитальной летальности между группами не выявлено. Следует отметить тенденцию к статистической значимости между группой III и радикальными вмешательствами по частоте полиорганной недостаточности (29,6% против 4,5 и 10,3% в III, I и II группах соответственно), однако с учетом коррекции по Бонферрони значимый порог альфа ($p < 0,008$) не был достигнут ($p = 0,011$).

Полученные при анализе периоперационных данных результаты следует в первую очередь расценивать как доказательство того, что радикальные вмешательства не ассоциированы с более высокими рисками осложнений и летальности в раннем послеоперационном периоде, даже при остром расслоении аорты.

В среднеотдаленном периоде были прослежены все выписанные пациенты в группе I, 95% пациентов в группе II (судьба одного пациента неизвестна) и 70% в группе III (судьба 7 больных неизвестна). Средний период наблюдения составил 32 ± 21 месяцев. Общая свобода от аорто-ассоциированной смерти у выписанных пациентов составила 98% и 94% через 1, и 3 года. Свобода от аорто-ассоциированной смерти в I, II и III группах составила 100, 100 и 94% через 1 год и 94, 100, и 88% через 3 года. При сравнении между тремя группами достоверной разницы по общей выживаемости и свободе от аорто-ассоциированной смерти не выявлено ($p=0,155$ и $p=0,341$ соответственно). При этом аорто-ассоциированная смерть в I группе развилась у 1 пациента (с мегааортой, дисплазией соединительной ткани и выражено отрицательной динамикой ремоделирования аорты. Несмотря на вызов пациента для дополнительного хирургического лечения, больной скончался по месту жительства). Во II группе аорто-ассоциированная смерть не наблюдалась, а в третьей группе умерли двое пациентов в результате разрыва аорты.

Также был проведен сравнительный анализ свободы от повторных или дополнительных вмешательств на аорте, при этом статистически значимой разницы в свободе от дополнительных вмешательств на аорте дистальнее реконструкции не найдено. Однако необходимо отметить, что в большинстве случаев дополнительные вмешательства в группах I и II несли «плановый» характер. То есть в группе I исходно было несколько пациентов с локализацией и размерами фенестраций в НГА, допускающими как развитие тотального тромбоза ложного канала на данном уровне, так и отсутствие подобного эффекта. В таких случаях вместо того, чтобы сразу же выполнять

операцию Frozen Elephant Trunk с известными (в среднем около 5% по данным литературы) рисками параплегии, отдавалось предпочтение этапному лечению: выполнялась операция Elephant Trunk с последующим МСКТ контролем. При отсутствии тромбоза ложного канала через 3-6 месяцев, пациенты направлялись на эндоваскулярный этап лечения (с значительно меньшими рисками параплегии). Также плановый подход применялся и в группе гибридных вмешательств, но уже при установке голометаллических стентов. Во всех трех случаях данная методика использовалась (тотчас после получения результатов контрольной МСКТ аорты) при сохранении малого диаметра истинного канала на уровне висцеральных ветвей у пациентов, оперированных в острую стадию расслоения с мальперфузией висцеральных органов или нижних конечностей. Случаи же, которые потребовали или ожидают выполнения дополнительных вмешательств ввиду отрицательного ремоделирования аорты, в 5 из 8 больных представляют собой пациентов с синдромом Марфана.

При проведении оценки состояния ложного канала аорты также были получены данные в пользу радикальных вмешательств. В I группе тотальный тромбоз ложного канала в первом сегменте к моменту выписки развился в 76% случаев, во II группе – в 100%, в III группе – 13%. Через два года тромбоз ложного канала в данном сегменте наблюдался у 88%, 100% и 34% в I, II и III группах соответственно. При анализе методом Каплана-Мейера была получена достоверная разница в развитии тотального тромбоза в первом исследуемом сегменте (log rank $p < 0,001$), при этом статистическая значимость была доказана в каждой из пар групп (во всех случаях $p < 0,001$).

При сравнительном анализе состояния ложного канала в группах во II сегменте также была получена статистическая значимость (log rank $p = 0,004$), при этом тромбоз ложного канала уже при выписке развился у 30% больных в группе I, у 8% в группе II и ни у одного пациента – в III группе. Через два года канал был тромбирован уже у 57% в первой группе и в 46% и 17% во второй и третьей группах соответственно. Тромбоз ложного канала в третьем сегменте

в группах II и III не наблюдался ни у одного пациента, в то время как в группе операций Elephant Trunk через 2 года после операции он достигал 27%. Несмотря на отсутствие достоверной разницы, следует отметить значение p , близкое к статистически значимому ($\log \text{rank } p=0,053$). Несмотря на отсутствие статистически достоверной разницы в среднеотдаленных результатах по аорто-ассоциированной смерти и частоте дополнительных вмешательств на аорте между группами, очевидными являются параметры состояния ложного канала между тремя исследуемыми группами, а именно данный фактор является одним из наиболее значимых в развитии отрицательного ремоделирования аорты. Помимо сохраненного кровотока и тотального тромбоза в ложном канале также может наблюдаться его частичное тромбирование, которое зачастую рассматривается как наиболее опасное состояние ввиду наибольшего давления на стенку аорты. Таким образом следствием данного варианта кровотока в ложном канале является увеличение общего размера аорты на данном уровне. Согласно полученным в исследовании результатам, частичный тромбоз являлся предшественником тотального тромбоза. К 6 месяцам после операции во всех случаях, когда определялся частичный тромбоз ложного канала во втором сегменте, налицо было и увеличение общего диаметра аорты до пограничных значений (8-9%) или же с незначительным переходом за пограничное значение отрицательного ремоделирования аорты (11-12%). Во всех случаях, когда частичный тромбоз переходил в тотальный, наблюдалась стабилизация аорты или ее положительное ремоделирование.

Волюметрический анализ ремоделирования аорты также указал на преимущество радикальных вмешательств над проксимальными реконструкциями. Свобода от отрицательного ремоделирования в первом изучаемом сегменте через 1 год составила 91%, 96% и 93% в группах I, II и III соответственно, а через 2 года - 91%, 96% и 74% (статистически значимой разницы между группами не выявлено). Свобода от отрицательного ремоделирования во втором сегменте при сравнении I и II групп была

статистически не значима (составив через 1 год 95% и 92%, а через 2 года - 88% и 92% соответственно. В третьей же группе она составила 71% через 1 год и 50% через 2 года (при сравнении с группой Elephant Trunk $p=0,026$, с группой Frozen Elephant Trunk $p=0,047$). Во всех случаях отрицательное ремоделирование аорты было связано с увеличением общего размера аорты, при внутри- и межгрупповом анализе изменения объема аорты в течение времени была получена статистически значимая разница между группой III и радикальными вмешательствами в группах I и II ($p=0,001$).

Несмотря на то, что волюметрический анализ в настоящее время признан основополагающим в оценке ремоделирования аорты (Fillinger M.F., 2010; Dohle D.S., 2016), зачастую состояние аорты в динамике оценивается путем измерения максимального ее диаметра на определенных фиксированных уровнях. После проведения планиметрического анализа на заданных сегментах, было выполнено сравнение его результатов с результатами объемного анализа, а также интраоперационных данных.

Помимо этого в исследование вошел регрессионный анализ по выявлению факторов риска отсутствия тромбоза в ложном канале. Факторами риска сохраненного кровотока в ложном канале в объединенных сегментах I и II стали наличие резидуальной фенестрации (ОШ=39,058.; $p=0,001$) и объем ложного канала во втором сегменте аорты (ОШ=1,017; $p=0,045$). При отдельном анализе сегмента I в качестве факторов риска выявлены расслоение брахиоцефальных ветвей (ОШ=9,052; $p=0,029$), дисплазия соединительной ткани (ОШ=27,311; $p=0,001$), а также наличие резидуальной фенестрации (ОШ=12,591; $p=0,008$) (Таб. 4.9.). При отдельном рассмотрении сегмента II в качестве фактора риска выявлено наличие резидуальной фенестрации в сегменте или на границе с ним (ОШ=2,734; $p=0,040$), в сегменте III - объем ложного канала (ОШ=1,279; $p=0,01$).

Бинарной логистической регрессией также были выявлены факторы развития отрицательного ремоделирования аорты по сегментам: для первого сегмента им стало отсутствие тромбоза ложного канала в данном сегменте

(ОШ=10,370; $p=0,003$); для второго сегмента этими факторами риска стали дисплазия соединительной ткани (ОШ=31,200; $p<0,001$) и расслоение брахиоцефальных ветвей ткани (ОШ=14,615; $p=0,008$); для третьего сегмента – также дисплазия соединительной ткани (ОШ=10,571; $p=0,001$).

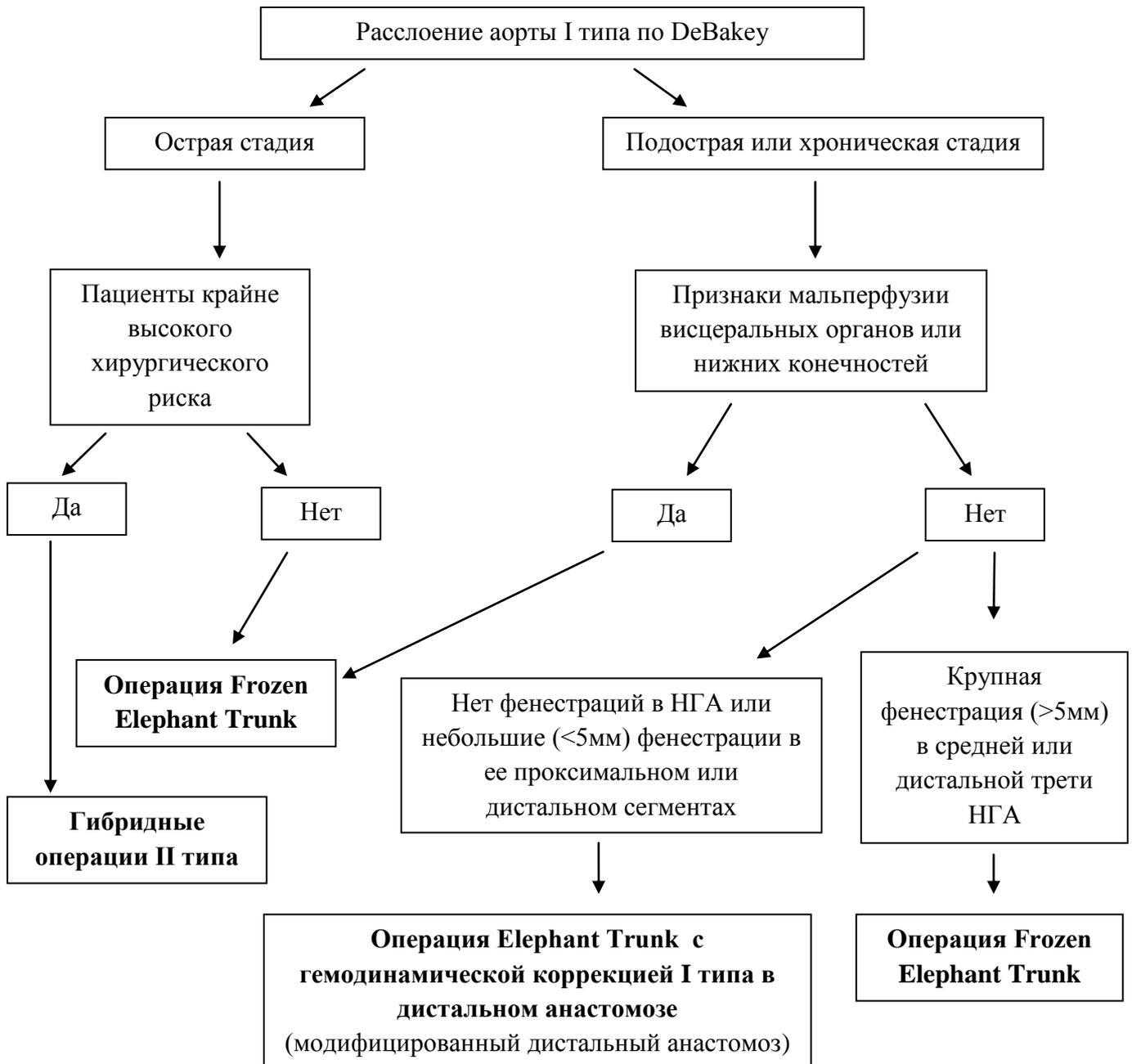
Ввиду небольшой частоты осложнений, ассоциированных с гибридной хирургией, а также небольшого количества этапных операций по поводу отрицательного ремоделирования аорты, регрессионный анализ для данных исходов не был выполнен.

В заключении необходимо упомянуть и опросник SF-36 (Short Form Health Survey, Medical Outcome Study, RAND Corporation, США) (Tarlov A.R., 1989), который использовался для оценки качества жизни пациентов в среднеотдаленном послеоперационном периоде. По данным опроса радикальные операции на дуге аорты по методу Elephant Trunk и Frozen Elephant Trunk оказывают благоприятное влияние на качество жизни пациентов среднеотдаленном периоде, так как способствуют повышению показателей «ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием», «психическое здоровье», «общее состояние здоровья» и «социальное функционирование». Статистически более низкие показатели, перечисленные выше, в группе проксимальных реконструкций можно объяснить сохраняющимися ограничениями в образе жизни у пациентов после нерадикальных реконструкций (ввиду наличия расслоения аорты дистальнее реконструкции с проходимым ложным каналом на всем протяжении).

Представленные результаты исследования доказывают эффективность радикальных вмешательств по методике Elephant Trunk и Frozen Elephant Trunk по сравнению с проксимальными реконструкциями. Более того, при корректном отборе пациентов в зависимости от стадии расслоения, локализации и размеров фенестраций, а также состояния висцеральных органов, операция Elephant Trunk с модификацией в дистальном анастомозе позволяет ликвидировать стент-ассоциированные осложнения (параплегию, dSINE) и достичь не менее эффективного результата, как и при гибридных

операциях. Отрицательное ремоделирование, а также аорто-ассоциированная смерть в основном развились у пациентов с сохраненным кровотоком в ложном канале, дисплазией соединительной ткани, а также большими размерами ложного канала. Полученные нами данные указывают на то, что при выборе тактики хирургического вмешательства принципиальным является индивидуальный подход после тщательного обследования пациентов (алгоритм представлен на Рисунке 4.14).

Рисунок 4.14. Алгоритм выбора тактики хирургического лечения при расслоении аорты I типа по DeBakey.



Выводы

1. Выбор оптимального варианта хирургического лечения расслоения аорты I типа по DeBakey зависит не только от стадии расслоения, наличия мальперфузии и сопутствующей патологии, но и от анатомо-морфологических параметров пораженной аорты: размеров фенестраций (менее или более 5 мм) и их локализации (дуга и нисходящая грудная аорта).
2. Радикальные вмешательства при расслоении всей аорты не ассоциированы с более высокими периоперационными рисками по сравнению с проксимальными реконструкциями, даже в острую стадию расслоения.
3. Радикальные вмешательства ассоциированы с достоверно более высокой вероятностью развития тромбоза ложного канала в нисходящей грудной аорте ($p < 0,001$ и $p = 0,004$ в сегментах I и II соответственно) и меньшим риском отрицательного ремоделирования аорты ($p = 0,043$ и $p = 0,049$ для сегментов II и III) по сравнению с проксимальными реконструкциями.
4. При отсутствии значимых фенестраций в нисходящей грудной аорте операция Elephant Trunk позволяет достичь сопоставимых с гибридными вмешательствами результатов (в сегменте I при выписке 76% и 100% тотального тромбоза после операций Elephant Trunk и Frozen Elephant Trunk, а через 2 года после операции – 88% и 100% соответственно).
5. К факторам риска сохраненного кровотока в ложном канале нисходящей грудной аорты следует отнести наличие резидуальной фенестрации в дуге или нисходящей грудной аорте (ОШ=39,058; $p = 0,001$) и объем ложного канала (ОШ=1,017; $p = 0,045$). При отдельном анализе по сегментам к факторам риска также отнесены расслоение брахиоцефальных ветвей (ОШ=9,052; $p = 0,029$) и дисплазия соединительной ткани (ОШ=27,311; $p = 0,001$).
6. Независимыми факторами риска отрицательного ремоделирования по данным представленного исследования стали отсутствие тромбоза

ложного канала в сегменте 1 (ОШ=10,370; $p=0,003$), дисплазия соединительной ткани (ОШ=31,200; $p<0,001$) и расслоение ветвей дуги аорты (ОШ=14,615; $p=0,008$).

7. На основании полученных данных разработан и представлен протокол эффективного хирургического лечения пациентов с расслоением I типа по DeBakey.

Практические рекомендации

1. В сердечно-сосудистых центрах, обладающих достаточным опытом аортальной хирургии, при лечении пациентов с острым расслоением аорты I типа по DeBakey показано выполнение радикальных хирургических вмешательств по методике Elephant Trunk и Frozen Elephant Trunk с соблюдением современных протоколов защиты головного и спинного мозга и висцеральных органов.
2. При остром расслоении всей аорты, особенно при наличии мальперфузии висцеральных органов или нижних конечностей, методом выбора является истинная гибридная операция Frozen Elephant Trunk.
3. В случае подострого или хронического расслоения всей аорты и при отсутствии фенестраций в нисходящей грудной аорте или наличии небольших (≤ 5 мм) фенестраций, операция Elephant Trunk с пуском кровотока в истинный канал сопоставима с гибридными вмешательствами. При необходимости данная операция может быть дополнена этапным стентированием «хобота слона».
4. При выполнении операций Elephant Trunk удобным вариантом является формирование дистального анастомоза по модифицированной методике (с отдельным низведением «хобота» на изогнутом зажиме в истинный канал аорты).

5. При наличии крупных (> 5 мм) фенестраций в средней или дистальной части нисходящей грудной аорты рекомендовано выполнение гибридных вмешательств (операции Frozen Elephant Trunk и гибридные операции II типа).
6. При выполнении гибридных операций выбор размера гибридного или стент-графта следует осуществлять на основании интраоперационного измерения истинного канала аорты в перешейке (без преувеличения). Данный размер максимально коррелирует с расчетным размером истинного канала по длине его окружности на МСКТ до операции (и как правило, превышает его на 10-15%).
7. Все пациенты после первичных реконструкций по поводу расслоения аорты I типа по DeBakey требуют тщательного послеоперационного контроля с обязательным выполнением как планиметрического, так и волюметрического анализа МСКТ аорты.

Список литературы

1. **Акчурин Р.С., Имаев Т.Э., Комлев А.Е., и др.** Клинический случай успешной двухэтапной коррекции расслоения аорты 1 типа с использованием гибридного хирургического подхода // Международный журнал интервенционной кардиоангиологии. – 2011. – №26. – С. 52-57.
2. **Акчурин Р.С., Имаев Т.Э., Комлев А.Е., Саличкин Д.В.** Варианты дебрининга дуги аорты при гибридных хирургических вмешательствах // Клиническая физиология кровообращения. – 2016. – Том. 13. – №2. – С. 102-107.
3. **Афанасьев Ю.И., Юрина Н.А., Котовский Е.Ф. и др.** Гистология, эмбриология, цитология. Шестое издание. – М. : Медицина, 2012. – С. 382-384.
4. **Барбухатги К.О., Белаш С.А., Каледа В.И.** Центральная канюляция аорты по Сельдингеру при остром расслоении аорты I типа по DeBakey с мальперфузией внутренних органов // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2016. – Том 22. – № 3. – С. 126-130.
5. **Белов Ю.В.** Руководство по сосудистой хирургии с атласом оперативной техники. М.: «Де Ново», 2000. – С. 447.
6. **Белов Ю.В., Степаненко А.Б., Генс А.П. и др.** Хирургические технологии в лечении аневризм грудного и торакоабдоминального отделов аорты // Хирургия. – 2003. – № 2., – С. 22–27.
7. **Белов Ю.В., Генс А.П., Степаненко А.Б., Чарчян Э.Р., Савичев Д.Д.** Хирургическое лечение больных с острым расслоением аорты // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2006. – Том 12. – № 1. С. 103.
8. **Белов Ю.В., Степаненко А.Б., Чарчян Э.Р., Богопольская О.М., Гулешов В.А.** Хирургическое лечение больного с расслоением аорты I типа и окклюзией брахиоцефальных ветвей отслоенной интимой // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2016. – Том 12. – № 4. – С. 138-143.

9. **Белов Ю.В., Чарчян Э.Р., Абугов С.А., Ховрин В.В.** Атипичный вариант гибридного вмешательства у больного с расслоением аорты I типа через 3 года после операции Бенталла-ДеБоно // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2013. – Том 6. – № 2. – С. 92-97.
10. **Белов Ю.В., Чарчян Э.Р., Аксельрод Б.А. и др.** Защита головного мозга и внутренних органов при реконструктивных вмешательствах на дуге аорты: особенности интраоперационной тактики и мониторинга // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2016. – Том 20. – №4. – С. 34-44.
11. **Бокерия Л.А. (ред.).** История сердечно-сосудистой хирургии. М.: НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН, 1997.
12. **Дементьева И.И., Чарная М.А., Морозов Ю.А. и др.** Рекомбинантный активированный фактор свертывания VII («NovoSeven®») в лечении неконтролируемого кровотечения на фоне острого ДВС-синдрома у кардиохирургического больного // Проблемы гематологии и переливания крови. – 2005. – № 3. – С. 28-30.
13. **Евдокимов М.Е., Россейкин Е.В., Базылев В.В., Гебгарт Т.В., Карчевская К.В.** Стратегия персональной регионарной перфузии (ПРП) и двухоксигенаторная система при реконструкции дуги аорты. Новая методика, первый опыт // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН Сердечно-сосудистые заболевания. – 2014. – № 15 . – S6. – С. 216.
14. **Козлов Б.Н., Панфилов Д.С., Завадовский К.В., Саушкин В.В., Кузнецов М.С., Насрашвили Г.Г., Андриянова А.В., Шипулин В.М.** Гибридная хирургия дуги аорты // Сибирский медицинский журнал. 2015. – Том 30. –№ 2. – С. 60-64.
15. **Козлов Б.Н., Панфилов Д.С., Саушкин В.В., Завадовский К.В., Кузнецов М.С., Насрашвили Г.Г., Шипулин В.М.** Возможности гибридного стент-графта «E-vita open plus» в хирургии грудной аорты // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2016. – Том 22. – №3. – С. 66-72.

16. **Козлов Б.Н., Панфилов Д.С., Саушкин В.В., Кузнецов М.С., Насрашвили Г.Г., Андриянова А.В., Шипулин В.М.** Значение уровня имплантации гибридного стент-графта «E-vita Open Plus» в нисходящую аорту в развитии спинальных ишемических осложнений // *Ангиология и сосудистая хирургия.* –2017. – Том 23. – № 1. – С. 82-85.
17. **Россейкин Е.В., Евдокимов М.Е., Базылев В.В., Батраков П.А., Кобзев Е.Е., Гебгарт Т.В.** Смена парадигмы при операциях на дуге аорты – “теплая голова – холодное тело” // *Патология кровообращения и кардиохирургии.* – 2016. – Том 20. – № 4. – С. 26-33.
18. **Россейкин Е.В., Евдокимов М.Е., Кобзев Е.Е., Батраков П.А., Базылев В.В.** «Теплая голова – холодное тело» - новый подход в хирургии дуги аорты // *Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН Сердечно-сосудистые заболевания.* – 2016. – № 17. – S6. – С. 46.
19. **Соколов В.В., Редкобородый А.В., Рубцов Н.В., Ковалева Е.В., Гуреев А.В., Ковалев А.И.** Инвагинационная методика формирования анастомозов при протезировании восходящей аорты у пациентов с острым расслоением аорты типа А // *Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная Медицинская Помощь.* – 2016. – №1. – С. 10-14.
20. **Чарчян Э.Р.** Хирургия расслоения аорты.: дис. ... док.мед.наук: 14.01.26:11.05.10: – М., 2010.
21. **Чернявский А.М., Альсов С.А., Ляшенко М.М., Сирота Д.А., Хван Д.С.** Гибридные вмешательства в хирургии проксимальных расслоений аорты // *Медицинский Альманах.* – 2015. – №3. – С. 40-43.
22. **Чернявский А.М., Ляшенко М.М., Альсов С.А., Сирота Д.А., Хван Д.С.** Четырехлетнее наблюдение результатов первого в России применения гибридного протеза при хирургическом лечении расслоения аорты I типа // *Ангиология и сосудистая хирургия.* –2016. – №3. – С. 121-125.
23. **Adamkiewicz A.** Die Blutgefäße Des Menschlichen Rückenmarkes. *Sitzungsberichte Akademie der Wissen Schaften in Wein—Mathematische-*

Naturwissen Schaftliche Klasse—Abteilun 1882. – 84. – P.101–130.

24. **Akin I, Ince H, Kische S, et al.** Implication of thoracic aortic stent-graft conformability on clinical outcomes // *Acta Chir Belg* 2009. – 109. – P. 20–26.
25. **Albornoz G, Elefteriades JA., et al.** Familial thoracic aortic aneurysms and dissections: incidence, modes of inheritance, and phenotypic patterns // *Ann Thorac Surg* 2006. – 82: 1400–1405.
26. **Alderson H., Zamir M.** Effects of stent stiffness on local haemodynamics with particular reference to wave reflections // *J Biomech* 2004. – 37. – P. 339–348.
27. **Anagnostopoulos C.E.** Acute aortic dissection // Baltimore University Park Press, 1975.
28. **Anagnostopoulos C.E., Prabhakar M.J., Kittle CF.** Aortic dissections and dissecting aneurysms // *Am J Cardiol.* 1972. – 30. – P. 263–273.
29. **Bachet J..** Re: selective cerebral perfusion using moderate flow in complex cardiac surgery provides sufficient neuroprotection. Are children young adults? // *Eur J Cardiothorac Surg* 2012;. – 42. – P. 710–711.
30. **Bachet J., Guilmet D., Goudot B., Dreyfus G.D., et al.** Antegrade cerebral perfusion with cold blood: a 13-year experience. // *Ann Thorac Surg.* – 1999. – 67.- P. 1874-1878.
31. **Bauernschmitt R., Schulz S., Schwarzhaupt A., et al.** Simulation of arterial hemodynamics after partial prosthetic replacement of the aorta // *Ann Thorac Surg* 1999. – 67. – P. 676–682.
32. **Bavaria J.E., Pochettino A., Brinster D.R., Gorman R.C., McGarvey M.L., Gorman J.H., et al.** New paradigms and improved results for the surgical treatment of acute type A dissection // *Ann Surg.* – 2001. – 234. – P. 336-342.
33. **Benedict P.E, Lubitz S.** A promising technique for treating circulatory arrest associated coagulopathy // *Anesth Analg.* –2003 March. – 96 (3). – P. 909-910.
34. **Bentall H., De Bono A.:** A technique for complete replacement of the ascending aorta // *Thorax.* – 1968. –23. – P. 338.

35. **Bernard Y., Zimmermann H., Chocron S.** False lumen patency as a predictor of late outcome in aortic dissection // *Am J Cardiol.* – 2001 Jun 15. – 87(12). – P. 1378-1382.
36. **Biddinger A., Rocklin M., Coselli J., et al.** Familial thoracic aortic dilatations and dissections: a case control study // *J Vasc Surg.* –1997. – 25. – P. 506–511.
37. **Bonser R.S., Ranasinghe A.M., Loubani M., Evans J.D., Thalji N.M., Bachet J.E., et al.** Evidence, lack of evidence, controversy and debate in the provision and performance of the surgery of acute type A aortic dissection // *J Am Coll Cardiol.* – 2011. – 58. – P. 2455–2474.
38. **Borst H.G., Schaudig A., Rudolph W.** Arteriovenous fistula of the aortic arch: repair during deep hypothermia and circulatory arrest // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 1964. – 48. – P. 443–447.
39. **Borst H.G., Walterbusch G., Schaps D.** Extensive aortic replacement using “Elephant Trunk” prosthesis // *Thorac Cardiovasc Surg.* – 1983. – 31. – P. 37–40.
40. **Brechtel K., Kalender G., Stock U., Wildhirt S.M.** Hybrid debranching and TEVAR of the aortic arch off-pump, in re-do patients with complicated chronic type-A aortic dissections: a critical report // *J Cardiothorac Surg.* – 2013. – 8. – P. 188.
41. **Buth J., Penn O., Tielbeek A., Mersman M.** Combined approach to stent graft treatment of an aortic arch aneurysm // *J Endovasc Surg.* – 1998. –5. – P. 329–332.
42. **Canaud L., Ozdemir B.A., Alric P.** The Provisional Extension To Induce Complete Attachment (PETTICOAT) technique to promote distal aortic remodelling in repair of acute DeBakey type I aortic dissection: is the best the enemy of the good? // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2016. – 50. – P. 153–154.
43. **Canaud L., Patterson B.O., Peach G., Hinchliffe R., Loftus I., Thompson M.M.** Systematic review of outcomes of combined proximal stent grafting

- with distal bare stenting for management of aortic dissection // *J Thorac Cardiovasc Surg* 2013. –145. – P. 1431–1438.
44. **Cheng S.W.K., Lam E.S.K., Fung G.S.K., et al.** A computational fluid dynamic study of stent graft remodeling after endovascular repair of thoracic aortic dissections // *J Vasc Surg.* – 2008. – 48. – P. 303–310.
 45. **Chen Y., Ding X., Li Y., et al.** A bilayer prototype woven vascular prosthesis with improved radial compliance // *J Text Inst.* – 2011. – 103. – P. 106–111.
 46. **Chiu P., D. Miller C.** Evolution of surgical therapy for Stanford acute type A aortic dissection // *Ann Cardiothorac Surg.* – 2016 Jul. – 5(4). – 275–295.
 47. **Cho K.R., Stanson A.W., Potter D.D., et al.** Penetrating atherosclerotic ulcer of the descending thoracic aorta and arch // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2004. – 127. – P. 1393–1399.
 48. **Choi S.H., Choi S.J., Kim J.H., et al.** Useful CT findings for predicting the progression of aortic intramural hematoma to overt aortic dissection // *J Comput Assist Tomogr.* – 2001. – 25. – P. 295–299.
 49. **Clouse W.D., Hallett J.W. Jr., Schaff H.V., et al.** Acute aortic dissection: population-based incidence compared with degenerative aortic aneurysm rupture. *Mayo Clin Proc.* – 2004. – 79. – P. 176–180.
 50. **Coady M.A., Davies R.R., Roberts M., et al.** Familial patterns of thoracic aortic aneurysms // *Arch Surg.* – 1999. –134. – P. 361–367.
 51. **Conzelmann L.O., Weigang E., Mehlhorn U., et al.** Mortality in patients with acute aortic dissection type A: analysis of pre- and intraoperative risk factors from the German Registry for Acute Aortic Dissection Type A (GERAADA) // *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery.* – 2016. – 49(2). – P. 44–52.
 52. **Cooley D.A.** Surgical treatment of aortic aneurysms. Saunders Co. Philadelphia, 1986. – P.215.
 53. **Cooley D.A., DeBakey M.E.** Resection of entire ascending aorta in fusiform aneurysm using cardiac bypass // *JAMA.* – 1956. – 162. – P. 1158-9.

54. **Corbett T.J., Callanan A., O'Donnell M.R., et al.** An improved methodology for investigating the parameters influencing migration resistance of abdominal aortic stent-grafts // *J Endovasc Ther.* – 2010. – 17. – P. 95–107.
55. **Coselli J.S., Lemaire S.A., et al.** *Aortic Arch Surgery. Principles, Strategies and Outcomes.* 1st ed. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell. – 2008. –P. 187 – 198.
56. **Coselli J.S., LeMaire S.A.** Experience with RCP during proximal aortic surgery in 290 patients // *J Card Surg.* – 1997. –12(2 Suppl). – P. 322-325.
57. **Coselli J.S., LeMaire S., Miller C., et al.** Mortality and paraplegia after thoracoabdominal aortic aneurysm repair: a risk factor analysis // *Ann Thorac Surg.* – 2000. –69. – P. 409–414.
58. **Crawford E.S., Coselli J.S., Svensson L.G., et al.** Diffuse aneurysmal disease (chronic aortic dissection, Marfan, and mega aorta syndromes) and multiple aneurysm. Treatment by subtotal and total aortic replacement emphasizing the elephant trunk operation // *Ann Surg.* – 1990. – 211(5). – P. 521-537.
59. **Criado F.J.** Aortic dissection: a 250-year perspective // *Tex Heart Inst.* – 2011. – 38 (6). – P. 694–700.
60. **Criado F.J.** Nikolay Volodos and the origins of endovascular grafting // *Vasc.Dis.Manag.* – 2012. – 9 (7). – P. 107-108.
61. **Daily P.O., Trueblood H.W., Stinson E.B., et al.** Management of acute aortic dissection // *Ann. Thorac. Surg.* – 1970. – 10. – P. 237-241.
62. **Damberg A., Schälte G., Autschbach R., Hoffman A.** Safety and pitfalls in frozen elephant trunk implantation // *Ann Cardiothorac Surg.* – 2013. – 2(5). – P. 669-676.
63. **David T.E., Feindel C.M.:** An aortic valve-sparing operation for patients with aortic incompetence and aneurysm of the ascending aorta // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 1992. – 103. – P. 617-622.
64. **DeBakey M.E., Beall A.C.Jr., Cooley D.A., et al.** Dissecting aneurysms of the aorta // *Surg. Clin. North. Am.* – 1966. – 46. – P. 1045-1047.

65. **DeBakey M.E., Cooley D.A., Crawford E.S., Morris G.C.Jr.** Clinical application of a new flexible knitted dacron arterial substitute // *Am. Surgeon.* – 1958. – 24. – P. 862.
66. **DeBakey M.E., Cooley D.A., Creech O.Jr.** Surgical consideration of dissecting aneurysm of the aorta // *Ann Surg* 1955. – 142. – P. 586.
67. **DeBakey M.E., Crawford E.S., Cooley D.A., Morris G.C.Jr.** Successful resection of fusiform aneurysm of aortic arch with replacement by homograft // *Surg Gynecol Obstet.* – 1957. – 105. – P. 657–664.
68. **DeBakey M.E., Creech O.Jr., Morris G.C.Jr.** Aneurysm of the thoracoabdominal aorta involving the celiac superior mesenteric, and renal arteries: Report of four cases treated by resection and homograft replacement // *AnnSurg* 1956. – 144. – P. 549.
69. **Deeb G.M., Patel J.H., Williams D.M.** Treatment for malperfusion syndrome in acute type A and B aortic dissection: A long-term analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg* // 2010 Dec. – 140(6 Suppl). – P. 98-100. – discussion 142-146.
70. **Deeb G.M., Williams D.M., Quint L.E., et al.** Surgical delay for acute type A dissection with malperfusion // *Ann Thorac Surg.* –1997. – 64. – P. 1669-1677.
71. **De Paulis R., Czerny M., Weltert L., et al.** Current trends in cannulation and neuroprotection during surgery of the aortic arch in Europe // *Eur J of Cardiothorac Surg* 2015. –47 (5). – P. 917–23.
72. **Detaint D., Michelena H.I., Nkomo V.T., et al.** Aortic dilatation patterns and rates in adults with bicuspid aortic valves: a comparative study with Marfan syndrome and degenerative aortopathy // *Heart* 2014. – 100. – P. 126–134
73. **Di Bartolomeo R., Pacini D., Savini C., Pilato E., Martin-Suarez S., Di Marco L., et al.** Complex thoracic aortic disease: single-stage procedure with the frozen elephant trunk technique // *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010. – 140. – P. 81–85. – discussion 86–91.

74. **Di Eusanio M., Berretta P., Cefarelli M., et al.** Replacement Versus More Conservative Management in Type A Acute Aortic Dissection // *Ann. Thorac.Surg.* – 2015. – 100 (1). – P. 88-94.
75. **Di Eusanio M., Schepens M.A., Morshuis W.J., et al.** Separate grafts or en bloc anastomosis for arch vessels reimplantation to the aortic arch // *Ann Thorac Surg.* – 2004. – 77. – P. 2021–2028.
76. **Dietz H.C., Pyeritz R.E.** Mutations in the human gene for fibrillin-1 (FBN1) in the Marfan syndrome and related disorders // *Hum Mol Genet.* – 1995. – 4 Spec No. – P. 1799–1809.
77. **Dohle D-S., Tsagakis K., Janosi R.A., Benedik J., Kühl H., Penkova L. et al.** Aortic remodelling in aortic dissection after frozen elephant trunk // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2016. –49. – P.111–117.
78. **Doss M., Woehleke T., Wood J.P., Martens S., et al.** The clamshell approach for the treatment of extensive thoracic aortic disease // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2003. – 126. – P. 814-817.
79. **Dunning J., Martin J.E., Shennib H., et al.** Is it safe to cover the left subclavian artery when placing an endovascular stent in the descending thoracic aorta? // *Interact Cardiovasc Thorac Surg* – 2008. – 7 (4). – P. 690–697.
80. **Ehrlich M.P., Ergin M.A., McCullough J.N., et al.** Results of immediate surgical treatment of all acute type A dissection. *Circulation.* –2000. –102 (Suppl III). – P. 248-252.
81. **Ehrlich M.P., McCullough J.N., Zhang N., et al.** Effect of hypothermia on cerebral blood flow and metabolism in the pig // *Ann Thorac Surg* 2002. – 73. – P. 191–197.
82. **Elefteriades J.A.** Thoracic aortic aneurysm: reading the enemy’s playbook // *Current problems in cardiology.* – 2008. – 33. – P. 203-77.
83. **Eppinger H.** Bekanntes uber die pathogenesender aneurysmen // *Lagenbecks Arch. Chir.* – 1885. – 16. – P. 35-37.

84. **Easo J., Weigang E., Hölzl P.P., et al.** Influence of operative strategy for the aortic arch in DeBakey type I aortic dissection: analysis of the German Registry for Acute Aortic Dissection Type A // *J Thorac Cardiovasc Surg* 2012. – 144. – P. 617-623.
85. **Erbel R., Aboyans V., Boileau C., et al.** 2014 ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of aortic diseases: Document covering acute and chronic aortic diseases of the thoracic and abdominal aorta of the adult. The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Aortic Diseases of the European Society of Cardiology (ESC) // *Eur. Heart J.* – 2014. – 35. – P. 2873–2926.
86. **Ergin M.A., Griepp E.B., Lansman S.L., et al.** Hypothermic circulatory arrest and other methods of cerebral protection during operations on the thoracic aorta // *J Card Surg.* – 1994. –9. – P. 525–37.
87. **Etter L.E., Glover L.P.** Arachnodactyly complicated by dislocated lens and death from rupture of dissecting aneurysm of aorta // *J. A. M. A.* – 1943. – 123. – P. 88.
88. **Etz C.D., Kari F.A., Mueller C.S., et al.** The collateral network concept: a reassessment of the anatomy of spinal cord perfusion // *J Thorac Cardiovasc Surg.* –2011. –141 (4). – P. 1020-1028.
89. **Etz C.D., Plestis K.A., Kari F.A., et al.** Staged repair of thoracic and thoracoabdominal aortic aneurysms using the elephant trunk technique: a consecutive series of 215 first stage and 120 complete repairs // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2008. – 34. – P. 605–614.
90. **Evangelista A., Salas A., Ribera A., et al.** Long-term outcome of aortic dissection with patent false lumen: predictive role of entry tear size and localization // *Circulation.* –2012. – 125. – P. 3133-3141.
91. **Fattori R., Bacchi-Reggiani L., Bertaccini P., et al.** Evolution of aortic dissection after surgical repair // *Am J Cardiol.* – 2000. – 86. – P. 868-872.

92. **Fattouch K., Sampognaro R., Navarra E.** Long-term results after repair of type A acute aortic dissection according to false lumen patency // *Ann Thorac Surg.* – 2009. – 88 (4). – P. 1244-1250.
93. **Fedorow C.A., Moon M.C., A.C. Mutch, et al.** Lumbar Cerebrospinal Fluid Drainage for Thoracoabdominal Aortic Surgery: Rationale and Practical Considerations for Management // *Anesth Analg.* –2010. – 111. – P. 46 –58.
94. **Feezor R.J., Lee W.A.** Management of the left subclavian artery during TEVAR // *Semin. Vasc. Surg.* –2009. – 22 (3). – P. 159–164.
95. **Fillinger M.F., Greenberg R.K., McKinsey J.F., Chaikof E.L.** Society for Vascular Surgery Ad Hoc Committee on TEVAR Reporting Standards. Reporting standards for thoracic endovascular aortic repair (TEVAR) // *J Vasc Surg* 2010. – 52. – P. 1022–1033.
96. **Flores J., Kunihara T., Shiiya N., et al.** Extensive deployment of the stented elephant trunk is associated with an increased risk of spinal cord injury // *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006. – 131. – P. 336–342.
97. **Frazin L.J., Lanza G., Vonesh M., et al.** Functional chiral asymmetry in descending thoracic aorta // *Circulation* 1990. – 82. – P. 1985–1994.
98. **Frederick J.R., Yang E., Trubelja A., et al.** Ascending aortic cannulation in acute type A dissection repair // *Ann Thorac Surg* 2013. –95. – P. 1808-1811.
99. **Fuster V., Halperin J.L.** Aortic dissection: a medical perspective // *J Card Surg* 1994. – 9. – P. 713–728.
100. **Gariboldi V., Grisol D., Kerbaul F.** Long-term outcomes after repaired acute type A aortic dissections // *Interact Cardio Vasc Thorac Surg* 2007. – 6 (1). – P. 47-51.
101. **Geirsson A., Szeto W.Y., Pochettino A., et al.** Significance of malperfusion syndromes prior to contemporary surgical repair for acute type A dissection: outcomes and need for additional revascularizations // *Eur J Cardiothorac Surg.* 2007. – 323. – P. 255-262.

102. **Geisbusch P., Kotelis D., Muller-Eschner M., Hyhlik-Durr A.** Complications after aortic arch hybrid repair // *J Vasc Surg.* – 2011. – 53(4). – 935-941.
103. **Giujusa T., Dario C., Risica G., et al.** Dissecatione aortica: studio dell'incidenza basato su una casistica ospedaliera // *Cardiologia (Ital).* – 1994. – 39. – P. 107–112.
104. **Green G.R., Kron I.L.** Aortic Dissection. Cohn LH, Edmunds LH. Cardiac surgery in the adult. Second Edition, USA. –2003. – P. 1095-1122.
105. **Greenberg R., Resch T., Nyman U., et al.** Endovascular repair of descending thoracic aortic aneurysms: An early experience with intermediate-term follow-up // *J Vasc Surg.* – 2000. – 31. – P.147–156.
106. **Griep R.** Panel Discussion: Session II-Aortic Arch // *Ann Thorac Surg.* – 2007;. –83. – P. 824-831.
107. **Griep R.B., Griep E.B.** Spinal Cord Perfusion and Protection During Descending Thoracic and Thoracoabdominal Aortic Surgery: The Collateral Network Concept // *Ann Thorac Surg.* – 2007. – 83. – P. 865–869.
108. **Griep R.B., Stinson E.B., Hollingsworth J.F., Buehler D.** Prosthetic replacement of the aortic arch // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 1975. – 70. – P. 1051–63.
109. **Guilmet D., Roux P.M., Bachet J., Goudot B., et al.** A new technique of cerebral protection. Surgery of the aortic arch // *Presse Med.* – 1986. – 15. – P. 1096–1098.
110. **Guo D., Hasham S., Kuang S.Q., et al.** Familial thoracic aortic aneurysms and dissections: genetic heterogeneity with a major locus mapping to 5q13-14 // *Circulation.* – 2001. – 103. – P. 2461–2468.
111. **Gurin D., Bulmar J.H., Derby R.** Dissecting aneurysm of the aorta, diagnosis and operative relief of the aortic arterial obstruction due to this cause // *New York State J Med.* –1935. – 35. – P. 1200.

112. **Hagan P.G., Nienaber C.A., Isselbacher E.M., et al.** The International Registry of Acute Aortic Dissection (IRAD): New insights into an old disease // *JAMA*. –2000. – P. 897–903.
113. **Hagl C., Pichlmaier M., Khaladj N.** Elephant trunks in aortic surgery: fresh and frozen // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2013. – 145. – P. 98-102.
114. **Haldenwang P.L., Prochnow N., Nat R., et al.** Spinal Cord Ischemia After Selective Cerebral Perfusion in a Porcine “Frozen Elephant Trunk” Simulation Model // *Ann Thorac Surg.* – 2015. – 99. – P. 1624–1631.
115. **Haldenwang P.L., Strauch J.T., Amann I., et al.** Impact of pump flow rate during selective cerebral perfusion on cerebral hemodynamics and metabolism // *Ann Thorac Surg.* – 2010. – 90. – P. 1975–1984.
116. **Halstead J.C., Meier M., Etz C., et al.** The fate of the distal aorta after repair of acute type A aortic dissection // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2007. – 133 (1). –P. 127– 135.
117. **Halstead J.C., Meier M., Wurm M., et al.** Optimizing selective cerebral perfusion: deleterious effects of high perfusion pressures // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2008. – 135. – P. 784–791.
118. **Hannuksela M., Lundqvist S., Carlberg B.** Thoracic aorta: dilated or not? // *Scand Cardiovasc J.* – 2006. – 40. – P. 175–178.
119. **Harrington D.K., Fragomeni F., Bonser R.S.** Cerebral perfusion // *Ann Thorac Surg* 2007. – 83. – P. 799–804. – discussion P. 24–31.
120. **Harris J.A., Bis K.G., Glover J.L., et al.** Penetrating atherosclerotic ulcers of the aorta // *J Vasc Surg.* –1994. – 19. – P. 90–98.
121. **Haverich A., Hagl C.** Organ protection during hypothermic circulatory arrest // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2003. – 125 – P. 460–462.
122. **Heikkinen M.A., Alsac J.M., Arko F.R., et al.** The importance of iliac fixation in prevention of stent graft migration // *J Vasc Surg.* – 2006. – 43. – P. 1130–1137.
123. **Heinemann M.K., Buehner B., Borst H.G.** Use of the «elephant trunk technique» in aortic surgery // *Ann Thorac Surg.* – 1995. – 60(1). –P. 2-6.

124. **Hiratzka L.F., Bakris G.L., Beckman J.A., et al.** ACCF/AHA/AATS/ACR/ASA/SCA/SCAI/SIR/STS/SVM guidelines for the diagnosis and management of patients with thoracic aortic disease // *J Am Coll Cardiol.* – 2010. – 55(27). – P. 129.
125. **Hirst A.E., Johns V.J., Kimse S.W.** Dissecting aneurysm of aorta: a review of 505 cases // *Medicine.* – 1958. – 37. –P. 217.
126. **Hoffman A., Damberg A.L., Schalte G., et al.** Thoracic stent graft sizing for frozen elephant trunk repair in acute type A dissection // *J Thorac Cardiovasc Surg* 2013. – 145. – P. 964-969.
127. **Huang C-Y., Weng S-H., Weng C-F., et al.** Factors predictive of distal stent graft-induced new entry after hybrid arch elephant trunk repair with stainless steel-based device in aortic dissection // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2013. – 146. – P. 623-630.
128. **Hunter J.A., Dye W.S., Javed H., et al.** Abdominal aortic aneurysm in thoracic dissection // *Arch Surg.* –1976. – 111. – P.1258.
129. **Ioannou C.V., Stergiopulos N., Katsamouris A.N., et al.** Hemodynamics induced after acute reduction of proximal thoracic aorta compliance // *Eur J Vasc Endovasc Surg.* – 2003. – 26. – P.195–204.
130. **Ius F., Hagl C., Haverich A., et al.** Elephant trunk procedure 27 years after Borst: what remains and what is new? // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2011. – 40. – P. 1-11.
131. **Jacobs M.J., de Mol B.A., Elenbaas T.W., et al.** Spinal cord blood supply in patients with thoracoabdominal aortic aneurysms // *J Vasc Surg.* – 2002.–35. – P. 30–7.
132. **Jakob H., Dohle D.S., Piotrowski J., et al.** Six-year experience with a hybrid stent graft prosthesis for extensive thoracic aortic disease: an interim balance // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2012. – 42 (6). – P.1018-25.
133. **Jakob H., Tsagakis K., Pacini D., et al.** The International E-vita Open Registry: data sets of 274 patients // *J Cardiovasc Surg (Torino).* – 2011. – 52. – P. 717–23.

134. **Jánosi R.A., Tsagakis K., Bettin M., et al.** Thoracic aortic aneurysm expansion due to late distal stent graft-induced new entry // *Cathet Cardiovasc Interv.* – 2015. – 85. – P. e43–e53.
135. **Januzzi J.L., Isselbacher E.M., Fattori R., et al.** Characterizing the young patient with aortic dissection: results from the International Registry of Aortic Dissection (IRAD) // *J Am Coll Cardiol.* – 2004. – 43. – P. 665–669.
136. **Johansson G., Markstrom U., Swedenborg J.** Ruptured thoracic aortic aneurysms: A study of incidence and mortality rates // *Journal of Vascular Surgery.* – 1995. – 21(6). –P. 985-988.
137. **Johnson S.L.** *The History of Cardiac Surgery, 1896–1955.* Baltimore, Johns Hopkins Press, 1970. – P.145.
138. **Johnston K.W., Rutherford R.B., Tilson M.D., et al.** Suggested standards for reporting on arterial aneurysms. Subcommittee on Reporting Standards for Arterial Aneurysms, Ad Hoc Committee on Reporting Standards, Society for Vascular Surgery and North American Chapter, International Society for Cardiovascular Surgery // *J Vasc Surg.* –1991. –13. –P. 452– 458.
139. **Julian O.C., Dye W.S., Olwin J.H., et al.** Direct surgery of arteriosclerosis // *Ann. Surg.* – 1952. – 136. – P. 459-462.
140. **Kaji S., Akasaka T., Katayama M., et al.** Long-term prognosis of patients with type B aortic intramural hematoma // *Circulation.* –2003. – 108 (suppl 1). – P.307-311.
141. **Karck M., Chavan A., Hagl C., et al.** The frozen elephant trunk: a new treatment of extensive thoracic aortic aneurysms // *JThoracCardiovascSurg.* – 2003. – 125. – P. 1550-1553.
142. **Katayama A., Uchida N., Katayama K., et al.** The frozen elephant trunk technique for acute type A aortic dissection: results from 15 years of experience // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2015. – 47 (2). – P. 355-360.
143. **Kato M., Ohnishi K., Kaneko M., et al.** New graft-implanting method for thoracic aortic aneurysm or dissection with a stented graft // *Circulation.* – 1996. – 94(Suppl. II). – P.188-193.

144. **Kawanishi Y., Okada K., Matsumori M., et al.** Influence of perioperative hemodynamics on spinal cord ischemia in thoracoabdominal aortic repair // *Ann Thorac Surg.* – 2007. – 84. – P. 488–492.
145. **Kazui T.** Update in surgical management of aneurysms of the thoracic aorta. *Rinsho Kyobu Geka.* – 1986. – 6. – P. 7–15.
146. **Kazui T., Washiyama N., Muhammad B.A., et al.** Improved results of atherosclerotic arch aneurysm operations with a refined technique // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2001. – 121. – P. 491–499.
147. **Khaladj N., Shrestha M., Peterss S., et al.** Ascending aortic cannulation in acute aortic dissection type A: the Hannover experience // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2008. – 34. – P. 792–796.
148. **Kim J.B., Chung C.H., Moon D.H., et al.** Total arch repair versus hemiarch repair in the management of acute DeBakey type I aortic dissection // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2011. – 40. – P. 881–887.
149. **Kimura N., Tanaka M., Kawahito K., et al.** Influence of patent false lumen on long-term outcome after surgery for acute type A aortic dissection // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2008. – 136. – P. 1160–1166.
150. **Kouchoukos N.T., Mauney M.C., Masetti P., et al.** Single-stage repair of extensive thoracic aortic aneurysms: experience with the arch-first technique and bilateral anterior thoracotomy // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2004. – 128. – P. 669–676.
151. **Kouchoukos N.T., Mauney M.C., Masetti P., et al.** Optimization of aortic arch replacement with a one-stage approach // *Ann Thorac Surg.* – 2007. – 83. – P. 811–814.
152. **Kouchoukos N.T., Masetti P., Mauney M.C., et al.** One-stage repair of extensive chronic aortic dissection using the arch-first technique and bilateral anterior thoracotomy // *Ann Thorac Surg.* – 2008. – 86. – P. 1502–1509.
153. **Krahenbühl E.S., Clement M., Reineke D., et al.** Antegrade cerebral protection in thoracic aortic surgery: lessons from the past decade // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2010. – 38. – P. 46–51.

154. **Kuki S., Taniguchi K., Masai T., et al.** An alternative approach using long elephant trunk for extensive aortic aneurysm: elephant trunk anastomosis at the base of the innominate artery // *Circulation*. –2002. –106(S1). - P.253-258.
155. **Kunzelman K.S., Grande K.J., David T.E., et al.** Aortic root and valve relationship: impact on surgical repair // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* –1994. – 107. –P. 162-170.
156. **Kurland L.T., Elveback L.R., Nobrega F.T.** Population study in Rochester and Olmsted County, Minnesota, 1906–1968. In:Kessler II, Levin ML, eds. *The community as an epidemiologic laboratory: a casebook of community studies*. Baltimore, MD: Johns Hopkins Press, 1970. –P. 47–70.
157. **Kuzmik G.A., Sang A.X., Elefteriades J.A.** Natural history of thoracic aortic aneurysms // *J Vasc Surg.* – 2012. –56. – P.565–571.
158. **Leonard J.C.** Thomas Bevill Peacock and the early history of dissecting aneurysm // *Br Med J.* –1979 Jul 28. – 2(6184). – P.260-262.
159. **Leontyev S., Borger M.A., Etz C.D., et al.** Experience with the conventional and frozen elephant trunk techniques: a single-centre study // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2013 Dec. – 44 (6). – P. 1076-1082.
160. **Leontyev S., Dieterlen M-T., Halling M., et al.** Evaluation of conventional frozen elephant trunk techniques on spinal cord blood flow in an animal model // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2017. – 0. – P. 1-7.
161. **Leontyev S., Tsagakis K., Pacini D., et al.** Impact of clinical factors and surgical techniques on early outcome of patients treated with frozen elephant trunk technique by using EVITA open stent-graft: results of a multicentre study // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2016 Feb. – 49 (2). –P. 660-666.
162. **Leshnower B.G., Myung R.J., Kilgo P.D., et al.** Moderate hypothermia and unilateral selective antegrade cerebral perfusion: a contemporary cerebral protection strategy for aortic arch surgery // *Ann Thorac Surg.* – 2010. – 90. –P. 547–554.

163. **Li B., Pan X.D., Ma W.G., et al.** Stented elephant trunk technique for retrograde Type A aortic dissection after endovascular stent graft repair // *Ann Thorac Surg.* – 2014. – 97. – P. 596-602.
164. **Loeys B.L.** The revised Ghent nosology for the Marfan syndrome // *J Med Genet.* – 2010. – 47. – P.476-85.
165. **Loeys B.L., Chen J., Neptune E.R., et al.** A syndrome of altered cardiovascular, craniofacial, neurocognitive and skeletal development caused by mutations in TGFBR1 or TGFBR2 // *Nat Genet* – 2005. – 37.– P. 275- 281.
166. **Loeys B.L., Schwarze U., Holm T., et al.** Aneurysm syndromes caused by mutations in the TGF-beta receptor // *N Engl J Med.* - 2006. – 355. - P.788-98.
167. **Luehr M., Bachet J., Mohr F.W., Etz. C.D.** Modern temperature management in aortic arch surgery; the dilemma of moderate hypothermia // *Eur J of CardioThorac Surg.* – 2014. – 45. –P. 27–39.
168. **Ma W.G, Zheng J., Sun L.Z., Elefteriades J.A.** Open Stented Grafts for Frozen Elephant Trunk Technique: Technical Aspects and Current Outcomes. // *AORTA (Stamford).* –2015. – 3 (4). –P. 122-135.
169. **Mannoir J.P.** Memoires physiology et pratiques surl' aneurysme et la ligature des arteries // *JJ Paschoud Geneva.* – 1802.
170. **Masuda Y., Takanashi K., Takasu J., Watanabe S.** Natural history and prognosis of medical treatment for the patients with aortic dissections [in Japanese] // *Nippon Geka Gakkai Zasshi.* –1996. – 97. – P. 890–93.
171. **Maraj R., Rerkpattanapipat P., Jacobs L.E., et al.** Meta-analysis of 143 reported cases of aortic intramural hematoma // *Am J Cardiol.* –2000. – 86. – P. 664–668.
172. **Mariscalco G., Piffaretti G., Tozzi M., et al.** Predictive Factors for Cerebrovascular Accidents After Thoracic Endovascular Aortic Repair // *Ann. Thorac. Surg.* – 2009. – 88 (6). – P. 1877–1881.
173. **Marullo A.G., Bichi S., Pennetta R.A., et al.** Hybrid aortic arch debranching with staged endovascular completion in DeBakey type I aortic dissection // *Ann Thorac Surg* 2010. – 90 (6). – P.1847-1853.

174. **Meszaros I., Morocz J., Szlavi J., et al.** Epidemiology and clinicopathology of aortic dissection // *Chest*. –2000. – 117. – P. 1271–1278.
175. **Milewicz D.M., Chen H., Park E.S., et al.** Reduced penetrance and variable expressivity of familial thoracic aortic aneurysms/dissections // *Am J Cardiol*. 1998;. –82. –P. 474 -479.
176. **Misfeld M., Leontyev S., Borger M.A., et al.** What is the best strategy for brain protection in patients undergoing aortic arch surgery? A single center experience of 636 patients // *Ann Thorac Surg*. –2012. – 93. – P. 1502–1508.
177. **Misfeld M., Mohr F., Etz C.** Best strategy for cerebral protection in arch surgery – antegrade selective cerebral perfusion and adequate hypothermia // *Ann Cardiothorac Surg*. – 2013. – 2 (3). – P. 331-338.
178. **Mitchell R.S., Ishimaru S., Ehrlich M.P., et al.** I International Summit on Thoracic Aortic Endografting: roundtable on thoracic aortic dissection as an indication for endografting // *J Endovasc Ther*.-2002.- 9 (Suppl 2). –P. 98-105.
179. **Miyamoto Y.** Elephant trunk technique for hybrid arch repair // *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. – 2014. – 62 (3). – P.135-141.
180. **Miyairi T., Kotsuka Y., Ezure M., et al.** Open stent-grafting for aortic arch aneurysm is associated with increased risk of paraplegia // *Ann Thorac Surg* 2002. – 74. – P. 83-89.
181. **Mohiaddin R.H., Underwood S.R., Bogren H.G., et al.** Regional aortic compliance studied by magnetic resonance imaging: The effects of age, training, and coronary artery disease // *Br Heart J*. – 1989. – 62. – P. 90–96.
182. **Moizumi Y., Komatsu T., Motoyoshi N., Tabayashi K.** Clinical features and long-term outcome of type A and type B intramural hematoma of the aorta // *J Thorac Cardiovasc Surg*. –2004. – 127. – P. 421–4 27.
183. **Moriyama Y., Yotsumoto G., Kuriwaki K., et al.** Intramural hematoma of the thoracic aorta // *Eur J Cardiothorac Surg*. – 1998. – 13. – P. 230 –239.
184. **Morris L., Delassus P., Grace P., et al.** Effects of flat, parabolic and realistic steady flow inlet profiles on idealised and realistic stent graft fits through abdominal aortic aneurysms (AAA) // *Med Eng Phys*.- 2006. – 28.- P. 19–26.

185. **Morris L., Stefanov F., Hynes N., et al.** An experimental evaluation of device/arterial wall compliance mismatch for four stent-graft devices and a multi-layer flow modulator device for the treatment of abdominal aortic aneurysms // *Eur J Vasc Endovasc Surg.* – 2016. – 51. – P. 44–55.
186. **Mossop P.J., McLachlan C.S., Amukotuwa S.A., et al.** Staged endovascular treatment for complicated type B aortic dissection // *Nat Clin Pract Cardiovasc Med.* – 2005. – 2. – P. 316– 321.
187. **Murray J.G., Manisali M., Flamm S.D., et al.** Intramural hematoma of the thoracic aorta: MR image findings and their prognostic implications // *Radiology.* –1997. – 204. – P. 349 –355.
188. **Nicholls F.** Observations concerning the body of his late majesty // *Philosophical Transactions of the Royal Society.* – 1761. – 52. – P. 265–74.
189. **Nienaber C.A., Sievers H.H.** Intramural hematoma in acute aortic syndrome: more than one variant of dissection? // *Circulation.* –2002. –106. –P. 284–285.
190. **O’Gara P.T., DeSanctis R.W.** Acute aortic dissection and its variants: toward a common diagnostic and therapeutic approach // *Circulation.* –1995. – 92. – P. 1376 –1378.
191. **Ohtsubo S., Itoh T., Takarabe K., et al.** Surgical results of hemiarch replacement for acute type A dissection // *Ann Thorac Surg.* –2002. – 74 (Suppl). –P. 1853-1856.
192. **Osumi M., Wada H., Morita Y., et al.** Safety and efficacy of ascending aorta cannulation during repair of acute type A aortic dissection (PA29-04): “Presented at the 65th Annual Scientific Meeting of the Japanese Association for Thoracic Surgery.” // *General Thoracic and Cardiovascular Surgery.* –2014. – 62 (5). – P. 296-300.
193. **Pacini D., Parolari A., Berretta P., et al.** Endovascular treatment for type B dissection in Marfan syndrome: is it worthwhile? // *Ann Thorac Surg.* – 2013. – 95. – P.737–749.
194. **Pagni S., Ganzel B.L., Trivedi J.R., et al.** Early and midterm outcomes following surgery for acute type a aortic dissection // *J Card Surg.* –2013. – 28.

– P. 543-549.

195. **Pantaleo A., Jafrancesco G., MD, Buia F., et al.** Distal Stent Graft-Induced New Entry: An Emerging Complication of Endovascular Treatment in Aortic Dissection // *Ann Thorac Surg.* – 2016. – 102. – P. 527–533.
196. **Patel H.J., Williams D.M., Dasika N.L., et al.** Operative delay for peripheral malperfusion syndrome in acute type A aortic dissection: a long-term analysis // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2008. – 135. – P. 1288-1296.
197. **Pepin M., Schwarze U., Superti-Furga A., et al.** Clinical and genetic features of Ehlers-Danlos syndrome type IV, the vascular type // *N Engl J Med.* – 2000. – 342. – P. 673– 680.
198. **Robicsek F., Thubrikar M.J.** Hemodynamic considerations regarding the mechanism and prevention of aortic dissection // *Ann. Thorac. Surg.* – 1994. – 58. – P. 1247.
199. **Ada R-D.** John Gibbon and His Heart-Lung Machine. – Philadelphia, University of Pennsylvania Press, 1991.
200. **Preventza O., Cervera R., Cooley D.A., et al.** Acute type I aortic dissection: Traditional versus hybrid repair with antegrade stent delivery to the descending thoracic aorta // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2014. – 148 (1). – P. 119-25.
201. **Rafii B.Y., Abilez O.J., Benharash P., et al.** Lateral movement of endografts within the aneurysm sac is an indicator of stent-graft instability // *J Endovasc Ther.* – 2008. – 15. – P. 335–343.
202. **Reece T.B., Gazoni L.M., Cherry K.J., et al.** Reevaluating the need for left subclavian artery revascularization with thoracic endovascular aortic repair // *Ann. Thorac. Surg.* – 2007. – 84 (4). – P.1201–1205.
203. **Reich D.L., Uysal S., Sliwinski M., et al.** Neuropsychologic outcome after deep hypothermic circulatory arrest in adults // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 1999. – 117. – P. 156–163.
204. **Rylski B., Milewski R.K., Bavaria J.E., et al.** Long-term results of aggressive hemiarch replacement in 534 patients with type A aortic dissection // *The*

- Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery.- 2014. - 148(6). -P.2981-2985.
205. **Rylski B., Urbanski P.P., Siepe M., et al.** Operative techniques in patients with type A dissection complicated by cerebral malperfusion // *Eur J Cardiothorac Surg.* –2014. – 46. – P. 156-166.
 206. **Sampson U.K., Norman P.E., Fowkes G.R., et al.** Global and regional burden of aortic dissection and aneurysms // *Global Heart.*-2014.- 8.-P.171-80.
 207. **Saouti N., Marcus J.T., Vonk Noordegraaf A., et al.** Aortic function quantified: The heart's essential cushion // *J Appl Physiol* 2012.-113.-1285–91.
 208. **Schepens M.A., Dossche K.M., Morshuis W.J., et al.** The elephant trunk technique: operative results in 100 consecutive patients // *Eur J CardiothoracSurg.* – 2002. –21. –P. 276-281.
 209. **Shadwick R.E.** Mechanical design in arteries // *J Exp Biol.* – 1999. –202. – P. 3305–3313.
 210. **Shaw R.S.** Acute dissecting aortic aneurysms, treatment by fenestration of the internal wall of the aneurysm // *N Engl J Med.* –1995. – 253. – P. 331.
 211. **Shennan T.** Dissecting Aneurysms. Medical Research Council Special Report Series No. 193. London: His Majesty's Stationery Office, 1934.
 212. **Shimizu H., Yoshino H., Udagawa H., et al.** Prognosis of aortic intramural hemorrhage compared with classic aortic dissection // *Am J Cardiol.* – 2000. – 85. –P. 792–795.
 213. **Shrestha M., Bachet J., Bavaria J., et al.** Current status and recommendations for use of the frozen elephant trunk technique: a position paper by the Vascular Domain of EACTS // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2015. – 47 (5). –P. 759-769.
 214. **Shrestha M., Fleissner F., Ius F., et al.** Total aortic arch replacement with frozen elephant trunk in acute type A aortic dissections: are we pushing the limits too far? // *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery.* – 2014.- 1.-P. 6.
 215. **Shrestha M., Kaufeld T., Beckmann E., et al.** Total aortic arch replacement with a novel 4-branched frozen elephant trunk prosthesis: Single-center results of the first 100 patients // *J Thorac Cardiovasc Surg.*-2016.- 152(1).- P.148-159.

216. **Singh C., Wang X.** A biomimetic approach for designing stent-graft structures: Caterpillar cuticle as design model // *J Mech Behav Biomed Mater.* – 2014. – 30. – P. 16–29.
217. **Singh C., Wang X., Morsi Y., Wong C.S.** Importance of stent-graft design for aortic arch aneurysm repair // *AIMS Bioengineering.* - 2017. -4(1). -P. 133-50.
218. **Singh K.K., Rommel K., Mishra A., et al.** TGFBR1 and TGFBR2 mutations in patients with features of Marfan syndrome and Loeys-Dietz syndrome. // *Hum Mutat.* –2006. – 27. – P. 770 –777.
219. **Song J.K., Kim H.S., Kang D.H., et al.** Different clinical features of aortic intramural hematoma versus dissection involving the ascending aorta // *J Am Coll Cardiol.* –2001. – 37. – P.1604 –1610.
220. **Song S.W., Chang B.C., Cho B.K., et al.** Effects of partial thrombosis on distal aorta repair of acute DeBakey type I aortic dissection // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 2010. – 139. – P. 841–847.
221. **Spielvogel D., Tang G.** Selective cerebral perfusion for cerebral protection: what we do know // *Ann Cardiothorac Surg.* – 2013. – 2 (3). –P. 326-330.
222. **Sun K., et al.** Surgery for patients with Marfan syndrome with type A dissection involving the aortic arch using total arch replacement combined with stented elephant trunk implantation // *J. Thorac Cardiovasc Surg.* – 2008. – 56. –P. 209-214.
223. **Suto Y., Yasuda K., Shiiya N., et al.** Stented elephant trunk procedure for an extensive aneurysm involving distal aortic arch and descending aorta // *J Thorac Cardiovasc Surg.* – 1996. – 112. –P. 1389-90.
224. **Svensson L.G., Kaushik S.D., Marinko E.** Elephant trunk anastomosis between left carotid and subclavian arteries for aneurysmal distal aortic arch // *Ann Thorac Surg.* – 2001.– 71(3). – P.1050-1052.
225. **Svensson L.G., Crawford E.S., Hess K.R. et al.** Dissection of the aorta and dissecting aortic aneurysms // *Circulation.* – 1990. – 82 (Suppl. IV). –P. 24–38.
226. **Svensson L.G., Kaushik S.D., Marinko E.** Elephant trunk anastomosis between left carotid and subclavian arteries for aneurysmal distal aortic arch //

- Ann Thorac Surg. – 2001. – 71(3). – P.1050-1052.
227. **Svensson L.G., Kim K.H., Blackstone E.H., et al.** Elephant trunk procedure: newer indications and uses // Ann Thorac Surg. – 2004. – 78(1). – P.109-116.
228. **Tan M.E., Morshuis W.J., Dossche K.M., et al.** Long-term results after 27 years of surgical treatment of acute type a aortic dissection // Ann Thorac Surg 2005. – 80. –P. 523-529.
229. **Tarlov A.R., Ware J.E.Jr., Greenfield S., et al.** The Medical Outcomes Study: An application of methods for monitoring the results of medical care // Journal of the American Medical Association. – 1989.- 262.-P. 925-930.
230. **Tian D.H., Wan B., Di Eusano M., et al.** A systematic review and meta-analysis on the safety and efficacy of the frozen elephant trunk technique in aortic arch surgery // Ann Cardiothoracic Surg. – 2013. – 2 (5). –P. 581-591.
231. **Tiwari K.K., Murzi M., Bevilacqua S., et al.** Which cannulation (ascending aortic cannulation or peripheral arterial cannulation) is better for acute type A dissection surgery? // Interact CardioVasc Thorac Surg. - 2010. - 1.- P. 797-802.
232. **Trimarchi S., Eagle K.A., Nienaber C.A., et al.** Role of age in acute type A aortic dissection outcome: report from the International Registry of Acute Aortic Dissection // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2010. – 140(4). – P. 784-789.
233. **Tsagakis K., Dohle D., Benedik J., et al.** Overall Essen's experience with the E-vita open hybrid stent graft system and evolution of the surgical technique // Ann. Cardiothorac. Surg. –2013. – 2(5). – 612–620.
234. **Tsagakis K., Pacini D., Di Bartolomeo R., et al.** Multicenter early experience with extended aortic repair in acute aortic dissection: is simultaneous descending stent grafting justified? // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2010. – 140. – P.116-120.
235. **Tsagakis K., Pacini D., Di Bartolomeo R., et al.** Arch replacement and downstream stent grafting in complex aortic dissection: first results of an international registry // Eur J Cardiothorac Surg. – 2011. – 39. – P. 87-93.
236. **Tsai T.T., Evangelista A., Nienaber C.A., et al.** Partial thrombosis of the false lumen in patients with acute type B aortic dissection // N Engl J Med. –

2007. – 357. – P. 349-359.
237. **Uchino G., Ohashi T., Iida H.** Predictors of patent false lumen of the aortic arch after hemiarch replacement // *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* – 2016. – 64 (12). – P. 722-727.
238. **Ullery B.W., Wang G.J., Low D., et al.** Neurological complications of thoracic endovascular aortic repair // *Semin Cardiothorac Vasc Anesth.* – 2011. – 15. – P. 123-140.
239. **Umeda Y., Mori Y., Fukumoto Y., et al.** Surgical outcome of elephant-trunk anastomosis between the left carotid and subclavian arteries in aortic arch repair including the postoperative physical status of the left arm // *Heart Vessels.* – 2005. – 20 (5). – P. 212–216.
240. **Urbanski P.P., Lenos A., Bougioukakis P., et al.** Mild-to-moderate hypothermia in aortic arch surgery using circulatory arrest: a change of paradigm? // *Eur J Cardiothorac Surg* 2012. – 41. – P. 185–191.
241. **Urbanski P.P., Lenos A., Lindemann Y., et al.** Use of a carotid artery for arterial cannulation: side-related differences // *Thorac Cardiovasc Surg.* – 2010. – 58. – P. 276-279.
242. **Vallabhajosyula P., Szeto W., Bavaria J., et al.** Type I and Type II hybrid aortic arch replacement: postoperative and mid-term outcome analysis // *Ann Cardiothorac Surg.* – 2013. – 2 (3). – P. 280-287.
243. **van Karnebeek C.D., Naeff M.S., Mulder B.J., et al.** Natural history of cardiovascular manifestations in Marfan syndrome // *Arch Dis Child.* – 2001. – 84. – P. 129 –137.
244. **Vilacosta I., San Roman J.A., Ferreiros J., et al.** Natural history and serial morphology of aortic intramural hematoma: a novel variant of aortic dissection // *Am Heart J.* – 1997. – 134. – P. 495–507.
245. **Volodos S.M., Sayers R.D., Gostelow J.P., et al.** An investigation into the casuse of distal endoleaks: Role of displacement force on the distal end of a stent-graft // *J Endovasc Ther.* –2005. – 12. – P. 115–120.

246. **von Kodolitsch Y., Schwartz A.G., Nienaber C.A.** Clinical prediction of acute aortic dissection // *Arch Intern Med.* –2000. –160 – P. 2977–2982.
247. **Westaby S., Bertoni G.B.** Fifty years of thoracic aortic surgery: lessons learned and future directions // *Ann Thorac Surg.* – 2007. – 83. –P. 832-834.
248. **Wheat M.W.** Acute dissection of the aorta // *Cardiovasc Clin.* – 1987. – 17. – P. 241–262.
249. **Wheat M.W., Palmer R.F., Bartley T.D., Seelman R.C.** Treatment of dissecting aneurysms of the aorta without surgery // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* –1965. – 50. – P. 364.
250. **Wheat M.W.Jr., Wilson J.R., Bartley T.D.** Successful replacement of the entire ascending aorta and aortic valve // *JAMA.* – 1964. – 188. –P. 717.
251. **Yacoub M., Fagan A., Stassano P., Radley-Smith R.** Results of valve conserving operations for aortic regurgitation // *Circulation.* -1983. -68(S).-P.321.
252. **Yacoub M.H., Gehle P., Chandrasekaran V., et al.** Late results of a valve-preserving operation in patients with aneurysms of the ascending aorta and root // *J Thorac Cardiovasc Surg.* –1998. – 115. – P.1080 –1090.
253. **Yan T.D., Tian D.H., LeMaire S.A., et al.** Standardizing Clinical End Points in Aortic Arch Surgery: A Consensus Statement From the International Aortic Arch Surgery Study Group // *Circulation.* – 2014. – 129. – P.1610-1616.
254. **Yan T.D., Tian D.H. , LeMaire S.A., et al.** The ARCH Projects: design and rationale // *Eur J of CardioThorac Surg.* – 2014. – 45 (1). – P. 10-16.
255. **Yan Y., Xu L., Zhang H., et al.** Proximal aortic repair versus extensive aortic repair in the treatment of acute type A aortic dissection: a meta-analysis // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2016. – 49(5). – P. 1392-1401.
256. **Zierer A., Voeller R.K., Hill K.E., et al.** Aortic enlargement and late reoperation after repair of acute type A aortic dissection // *Ann Thorac Surg* 2007. –84. – P. 479-486.
257. **Zoli S., Roder F., Etz C.D., et al.** Predicting the risk of paraplegia at 28 degrees C– is the spinal cord safe? // *Eur Card Surg.* - 2009. - 36.- P. 946-955.