

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
ИМЕНИ АКАДЕМИКА Е.Н. МЕШАЛКИНА» МИНИСТЕРСТВА  
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

КОБЕЛЕВ ЕВГЕНИЙ

ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ КОМПЛЕКСНОЙ КОМПЬЮТЕРНО-  
ТОМОГРАФИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ИСТИННОГО И ЛОЖНОГО ПРОСВЕТОВ  
ПРИ РАССЛОЕНИИ АОРТЫ

3.1.25. Лучевая диагностика

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:  
доктор медицинских наук,  
Берген Татьяна Андреевна

Новосибирск – 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРИ ОЦЕНКЕ РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ АОРТЫ ПРИ ЕЕ РАССЛОЕНИИ В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	13
1. 1 Краткие сведения о расслоении аорты (любой части) .....	13
1. 2 Причины, приводящие к расслоению аорты .....	15
1.3 Методы лучевой диагностики, применяемые у пациентов с расслоением аорты .....	19
1.4 Показания к хирургическому лечению, алгоритмы проспективного наблюдения и контроля, выбор метода лечения на основании данных инструментальных исследований: современное состояние вопроса.....	23
1.5. Современное представление о применении данных компьютерно- томографической ангиографии аорты в оценке рисков отрицательного ремоделирования аорты при ее расслоении .....	26
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	32
2.1 Общая характеристика обследованных пациентов .....	32
2.2 Особенности проведения компьютерно-томографической ангиографии аорты при ее расслоении.....	34
2.3 Методика проведения объемного анализа ложного и истинного просветов аорты при ее расслоении .....	37
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	44
3.1 Применение методики измерения объемов истинного и ложного просветов аорты в оценке степени раскрытия эндоваскулярных протезов аорты.....	44
3.2 Результаты сравнительной оценки измерения диаметров аорты, площади поперечного сечения и объемов истинного и ложного просветов аорты при подборе размера эндоваскулярного протеза аорты .....	50

3.3 Предикторы отрицательного ремоделирования аорты при ее расслоении в послеоперационном периоде .....	54
ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	74
ВЫВОДЫ .....	76
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	77
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ .....	78
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	79
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	91

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ТАА – торакоабдоминальная аорта

ИВЛ – искусственная вентиляция легких

ИМГ – интрамуральная гематома

ИП – истинный просвет аорты

КТ – компьютерная томография

КТА – компьютерно-томографическая ангиография

ЛП – ложный просвет аорты

МРТ – магнитно-резонансная томография

ОК/САПМ – остановка кровообращения/селективная антеградная перфузия  
головного мозга

ООА – общий объем аорты

ППС – площадь поперечного сечения

ТЛП – тромбированный ложный просвет аорты

ФЛП – функционирующий ложный просвет аорты

ЭКГ – электрокардиография

CI – доверительный интервал

DICOM – Digital Imaging and Communications in Medicine

d-SINE – дистальный стент-индуцированный разрыв интимы

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность темы исследования

В настоящее время в Российской Федерации совокупный удельный вес заболеваний системы органов кровообращения увеличилось за два десятилетия с 2,3% в 2000 году до 3,6% в 2021 году, с максимальным пиком в 2019 году – 4,5% (Архипова С.В., 2022). По данным мировой статистики расслоение аорты встречается от 3 до 7 случаев на 100000 человек, преимущественно у мужчин в возрасте от 64 лет, у женщин от 72 года и старше без расовой принадлежности. Основным методом лечения таких пациентов являются открытые и эндоваскулярные хирургические вмешательства с применением внутрисосудистого протеза (Mohammed S., 2022).

Из-за сохраняющегося высокого уровня осложнений у пациентов после хирургического лечения расслоения аорты, идет поиск новых методов и методик, позволяющих подобрать оптимальные размеры протезов, а также выявить предикторы послеоперационных осложнений, уменьшить лучевую нагрузку пациентов (Ховрин В.В., 2017; Малахова М.В., 2022). До сих пор основным способом количественной оценки состояния аорты при расслоениях является расчет диаметра на определенных уровнях в динамике.

Но все больше внимания уделяется объемным показателям при диагностике сердечно-сосудистых заболеваний (Revishvili A.Sh., 2022), активно применяются технологии компьютерного моделирования (Стукалова О.В., 2021), а также 3D-печати при планировании хирургических вмешательств (Железняк И.С., 2019; Кушнарев С.В., 2022). Есть работы, в которых оценивается роль изменений объемов истинного и ложного просветов аорты, как основных маркеров результата оперативного лечения при расслоении (Usai M.V., 2021). В настоящий момент измерение этих показателей считается наиболее перспективным количественным методом оценки изменений аорты в динамике (Кузьмин Н.В., 2022).

## Степень разработанности темы

В настоящее время при планировании хирургического лечения пациентов с хроническим расслоением аорты проводится компьютерно-томографическая ангиография (КТА) (Савелло В. Е., 2012; Басек И.В., 2017). Ценность этой методики объясняется его доступностью, воспроизводимостью и хорошим пространственным разрешением. Методика измерения диаметров аорты является основной при оценке размеров аорты. При расслоении аорты истинный просвет приобретает неправильную щелевидную или полулунную форму, что в большинстве случаев вызывает трудности при его измерении и, как следствие, при подборе диаметра эндопротеза.

В литературе встречаются единичные работы, посвященные описанию методик измерений аорты, которые позволяют проводить оценку ремоделирования на различных уровнях (Чарчян Э.Р., 2019; Wada T., 2022). В том числе предлагаются новые типы программных обеспечений, позволяющие измерять объемы истинного и ложного просветов аорты. Однако, в настоящее время отсутствует согласованность в предлагаемых методиках, нет четкого понимания как должно проводиться измерение, стоит ли разделять аорту на сегменты и на какое количество. Главным преимуществом волюмометрии является охват аорты на всем ее протяжении не зависимо от ее формы и извитости, а измерение в границах анатомических структур, устьев магистральных сосудов, позволяет исключить расхождения при оценке динамики у одного и того же пациента.

Воспроизводимость методики сегментации наиболее полно освещена при расчете объема аневризмы брюшной аорты, где отсутствовали статистически значимые различия в измерениях, осуществляемых опытным специалистом и студентами медицинского университета (Кузьмин Н.В., 2022; Czermak V.V., 2001). Одновременно с этим были доказаны преимущества объемного расчета брюшной аорты по сравнению с классическим методом измерения диаметров ( $p < 0,0001$ ).

С одновременным внедрением новых методик, авторы публикаций стараются сократить время на обработку данных одного исследования, предлагая уменьшать количество измерений и проводить расчет при помощи математических формул, что также может отражаться на точности проводимых измерений (Gaudry M., 2022; Ibrahim A., 2022).

В настоящее время во многих программах уже имеются возможности для анализа объема анатомических структур, автоматической их сегментации. Стандартизация использования этих программ, методик проведения измерений объемов аорты, позволит не только устранить расхождения в измерениях разных специалистов, но и сократить время, затрачиваемое на обработку данных.

### Цель исследования

Улучшение диагностики путем применения методик расчёта объемов истинного и ложного просветов аорты при ее расслоении по данным КТА при планировании хирургического лечения и оценки эффективности лечения в послеоперационном периоде.

### Задачи исследования

1. Разработать методику расчета объемов истинного и ложного просветов аорты по данным КТА.
2. Провести сравнение результатов подбора эндопротеза по объему с классическим методом по диаметру в раннем и отдаленном послеоперационном периодах наблюдения.
3. Выявить предикторы, влияющие на дилатацию стенки аорты и на развитие дистального разрыва интимы аорты в послеоперационном периоде.
4. Провести клинико-диагностическую оценку разработанной методики расчёта истинного и ложного просветов аорты при хроническом расслоении

## Научная новизна исследования

Проведен анализ с оценкой диагностической точности применения методик измерения истинного и ложного просветов аорты у пациентов после хирургического лечения хронического течения расслоения аорты для выявления ранних предикторов осложнений, где наибольшей чувствительностью (88%;  $p < 0,01$ ) обладали измерения общего объема.

Проведено сравнение измерений диаметров аорты, площади поперечного сечения аорты и объемов истинного и ложного просветов аорты на соответствующих уровнях, при котором статистически достоверно установлено, что измерение объемов аорты позволяет получить наиболее значимые прогностические признаки возможных осложнений ( $p < 0,01$ ).

## Теоретическая и практическая значимость работы

В результате проведенного исследования усовершенствована и стандартизирована методика оценки КТА у пациентов до и после хирургического лечения с диагнозом хроническое расслоение аорты с использованием измерений объемов аорты.

Разработана методика проведения измерений объемов аорты на разных уровнях для оценки ремоделирования в послеоперационном периоде.

Проведено сравнение результатов измерений объемов аорты и ее диаметров на соответствующих уровнях, а также доказана прогностическая значимость объемного метода в оценке ремоделирования аорты.

В работе аргументированы преимущества стандартизации проведения КТА аорты на всем ее протяжении без ЭКГ-синхронизации при оценке ремоделирования нисходящего и абдоминального отделов аорты.

Результаты работы могут быть использованы для более детальной оценки ремоделирования аорты, степени тромбоза ложного просвета и степень раскрытия



эндопротеза в сравнении с измерениями диаметров, в особенности при выраженной извитости аорты и деформации истинного просвета.

## Методология и методы исследования

Диссертационное исследование выполнялось в три этапа.

На первом этапе изучали современную отечественную и зарубежную литературу, посвященную методам измерения объемов анатомических структур неправильной формы, а также имеющемуся оборудованию и программному обеспечению, позволяющему обрабатывать медицинские изображения, тенденции их развития.

На втором этапе диссертационного исследования обследованы и проанализированы данные КТА 110 пациентов. Каждому пациенту было выполнено как минимум 3 исследования: перед операцией, в раннем послеоперационном периоде и через 1 год. Итоговое количество пригодных для анализа КТА составило 61, количество сегментов – 183.

Компьютерно-томографическую ангиографию выполняли на аппаратах Aquilion 64 и Aquilion One 320 (Toshiba, Japan) с толщиной реконструируемого слоя не более 1 мм.

Разработана методика проведения измерений объемов аорты, с разделением ее на три сегмента, для проведения оценки ремоделирования как непосредственно на уровне оперативного вмешательства, так и в дистальном отделе аорты.

На третьем этапе научной работы произведен статистический и сравнительный анализ измерений объемов аорты на всем ее протяжении с традиционным методом измерений диаметр на соответствующих уровнях.

## Положения, выносимые на защиту

Измерение объемов аорты в послеоперационном периоде при динамическом наблюдении за пациентами после гибридной реконструкции или эндоваску-

лярного протезирования грудного отдела аорты обладает более высокой чувствительностью в сравнении с рутинными измерениями диаметров на поперечных срезах. Полученные данные позволят выявить предикторы возможных осложнений на ранний этапах и заблаговременно спланировать тактику ведения пациентов.

2. Измерение объема истинного просвета аорты и среднего его диаметра на предполагаемом уровне установки эндоваскулярного протеза не могут быть применены при подборе его размера. Для подбора размера эндоваскулярного протеза целесообразно проводить измерение периметра истинного просвета аорты, с последующим расчетом диаметра, что более точно отражает его реальные размеры при деформации.

3. Оценка раскрытия эндоваскулярного протеза должна проводиться посредством измерения объема истинного просвета в сегменте А (уровень имплантации эндопротеза) и в сравнении с предполагаемы объемом раскрытого протеза. Измерения диаметра имплантируемого протеза не может отражать степень его раскрытия, поскольку деформация истинного просвета и соответственно самого протеза может исказить общую картину.

#### Степень достоверности и апробация результатов работы

Достоверность проведенного диссертационного исследования определяется достаточным и репрезентативным количеством сравниваемых измерений ( $n=183$ ), а также адекватной статистической обработкой результатов исследования. На основании полученных данных сформулированы положения, выводы и практические рекомендации.

Диссертационное исследование проводилось в рамках выполнения государственного задания № 121032300337-5.

Основные результаты работы доложены и обсуждены на: 107-й Научной ассамблее и ежегодном собрании Радиологического общества Северной Америки (США, 2021); Невском радиологическом форуме (СПб., 2021); в докладе с

применением телемедицинских технологий в рамках реализации функции НМИЦ, Конгрессе Российского общества рентгенологов и радиологов (М., 2022); XXIV ежегодной сессии НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева (М., 2021-2022).

Апробация работы проведена на заседании экспертного совета ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России от 21.03.2023 года, протокол №14.

#### Публикации по теме диссертационного исследования

По теме диссертационного исследования опубликовано 12 работ, из них 4 печатных работы в журналах, рекомендованных Перечнем ВАК Министерства науки и высшего образования России.

#### Внедрение результатов работы в практику

Результаты диссертационного исследования используются в практической работе подразделений лучевой диагностики, а также внедрены в учебный процесс образовательного отдела ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России, ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России.

#### Личный вклад автора

Тема и план диссертации, ее основные идеи и содержание разработаны совместно с научным руководителем на основе многолетних целенаправленных исследований. Автор самостоятельно сформулировал и обосновал актуальность темы диссертации, цель, задачи и этапы научного исследования. Лично автором была создана электронная база данных исследований пациентов. Диссертант лично проанализировал полученные данные компьютерно-томографических ангиографий всех пациентов; ретроспективно проанализировал базу данных пациентов за 2012-2022 года.

Личный вклад автора в изучение литературы, сбор, обобщение, анализ, статистическую обработку полученных данных и написание диссертации – 100%.

### Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 95 страницах машинописного текста, состоит из введения, главы - обзора литературы, главы с описанием включенных в исследование пациентов и методов исследования, главы с последовательным изложением всего объема фактических результатов исследования, обсуждения результатов, разделов заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы, включающего 36 отечественных и 63 зарубежных источников. Работа иллюстрирована 15 таблицами и 17 рисунками.

# ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРИ ОЦЕНКЕ РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ АОРТЫ ПРИ ЕЕ РАССЛОЕНИИ В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

## 1. 1 Краткие сведения о расслоении аорты (любой части)

Расслоение аорты является жизнеугрожающим состоянием, вызванным разрывом в интиме аорты, за которым следует формирование кровоизлияния внутри стенки аорты и разделение ее на истинный и ложный просветы. Этиология заболевания характеризуется широким спектром причин, включая острые состояния, такие как травма и механическое повреждение, генетические мутации, такие как артериальная гипертензия, дислипидемия и заболевания соединительной ткани. Своевременное применение инструментальных методов визуализации, а также междисциплинарное взаимодействие между специалистами лучевой диагностики, кардиологами и сердечно-сосудистыми хирургами имеют решающее значение для определения оптимальной тактики ведения пациентов с расслоением аорты (Савелло В.Е., 2012). Выбор метода лечения также зависит от тяжести и локализации расслоения. Открытые реконструктивные операции являются золотым стандартом лечения расслоений, расположенных в восходящем отделе аорты и дуги, в то время как эндоваскулярные вмешательства рекомендуются для большинства расслоений аорты в нисходящем отделе (Daily P.O., 1970).

Популяционные исследования в США и Европе, проводимые в период с 1990 по 2010 года, указывает на распространённость заболевания от 2,6 до 3,5 случаев на 100 000 человек (Meszaros I., 2000; Clouse W.D., 2004). Еще в одном подобном исследовании, проведенном в Великобритании, в течение 10 лет было выявлено 92 728 пациентов, что соответствует более высокой частоте встречаемости острого расслоения аорты (6 на 100 000 человек) (Howard D.P., 2013). Эти результаты согласуются данным исследования проводимого в Швеции, где частота заболеваемости составила 7,2 на 100 000 человек (Smedberg C., 2020).

Реальные значения распространённости заболевания могут быть недооценены из-за отсутствия смертельных исходов до госпитализации во всех проводимых исследованиях. Интересен тот факт, что демографические прогнозы Управления национальной статистики Великобритании предполагают, что частота расслоения аорты вырастет с 3892 в 2010 году до 6893 в 2050 году как у мужчин, так и у женщин, при этом определяющим фактором риска станет возраст более 75 лет (Howard D.P., 2014). Можно предположить, что рост числа случаев острого расслоения аорты в мире, по-видимому связан с повышением осведомленности о заболевании среди населения, а также с доступом к использованию передовых методов визуализации, таких как дуплексное сканирование аорты и компьютерно-томографическая ангиография, в отделениях неотложной помощи (Olsson C., 2006; Pape L.A., 2015; Evangelista A., 2018;).

Заболевание встречается у мужчин в возрасте от 64 лет и более, при этом у женщин от 72 лет и более (Melvinsdottir I.H., 2016; McClure R.S., 2017; DeMartino R.R., 2018). Тем не менее, не смотря на более высокие показатели встречаемости расслоения аорты у мужчин, у женщины имеется более высокий уровень смертности. Данные Международного реестра расслоения аорты (IRAD) показывают, что у женщин с расслоением аорты период от начала появления первых симптомов до момента госпитализации намного больше, чем мужчины с более худшим клиническим статусом (кома и тампонада). Эти данные также указывают, что именно мужчины имеют различные типы симптомов не характерных для типичной клинической картины (Huckaby L.V., 2022). В другом анализе после сопоставления возраста женщин и мужчин, было выявлено что первые имеют более высокие показатели смертности и у них повышен уровень догоспитальной летальности (Huckaby L.V., 2022).

Расслоение аорты может быть классифицировано по локализации и распространению, срокам появления симптомов. Двумя наиболее часто применяемыми классификациями является: классификация Дебейки, которая основана на месте происхождения интимного разрыва; и Стэнфордская классификация, которая определяет наличие поражения восходящего отдела аорты (Debakey M.E.,

1965; Daily P.O., 1970). Классификация Дебейки точно описывает сегмент аорты, пораженный расслоением: тип I характеризуется расслоением восходящего отдела аорты, дугу аорты, нисходящего отдела; тип II ограничивается поражением только восходящего отдела аорты; при типе III расслоение начинается от устья левой подключичной артерии и может ограничиваться только нисходящим отделом (тип IIIa) и / или распространяться на брюшной отдел (тип IIIb). Стэнфордская классификация указывает на различное ведение случаев расслоения аорты в клинической практике: расслоение типа А включающее восходящий отдел аорты (тип I и II Дебейки), обычно требует немедленного хирургического лечения; в то время как расслоение типа В, включающее только нисходящий отдел аорты (тип III Дебейки), может быть устранено с применением эндоваскулярных методов лечения (Yuan X., 2018). Недавно проведенные исследования выявили уникальную группу, так называемую не-А не-В, которая не соответствует классификациям ДеБейки и Стэнфорда. У этих пациентов развивается расслоение от дуги аорты, или из нисходящей аорты с ретроградным вовлечением дуги без вовлечения восходящего отдела. Эти исследования показывают, что расслоение дуги приводит к мальперфузии органов и увеличивает риски разрыва аорты, которые требуют немедленного хирургического вмешательства и тщательного наблюдения за пациентами (Rylski B., 2017; Sievers H.H., 2020). Эта новая система классификации (адаптация Стэнфордской системы А, В или не-А не-В), которая включает в себя тип диссекции, расположение первичного входного разрыва и наличие синдрома мальперфузии, еще не признана сообществами профессионалов (Sievers H.H., 2020).

## 1. 2 Причины, приводящие к расслоению аорты

Разнообразие заболеваний соединительной ткани, таких как синдром Марфана, синдром Лойса-Дитца и синдром Элерса-Данлоса IV типа, являются предрасполагающими факторами, как для развития аневризм аорты, так и для расслоения (Erbel R., 2014).

Синдром Марфана является аутосомно-доминантным генетическим заболеванием, вызванным мутациями в генах FBN1 или FBN2 (Putnam E.A., 1995; Deng H., 2016). Синдром Марфана встречается у 4–5% пациентов с расслоением аорты (de Beaufort H.W.L., 2017). Гены FBN1 и FBN2 кодируют фибриллин-1 и фибриллин-2, компоненты эластин-ассоциированных микрофибрилл, которые в основном можно найти в среде оболочки. Синдром Марфана характеризуется тенденцией к развитию преимущественно заболеваний аорты (аневризмы и расслоения) и особенностями развития скелета и органов зрения, которые в основном обусловлены мутациями гена FBN1 (Pueritz R.E., 2016). Пациенты с синдромом Марфана как правило моложе по сравнению с остальными пациентами (средний возраст  $38,2 \pm 13,2$  лет против  $63,0 \pm 14,0$  лет;  $p < 0,001$ ) в момент расслоения, также у них реже встречаются сопутствующие заболевания (атеросклероз и гипертония) (de Beaufort H.W.L., 2017).

Синдром Лойса-Дитца имеет много общего с синдромом Марфана, так как оба склонны к развитию расслоений и аневризм крупных артерий, а также аорты (Deng H., 2016). Это относительно новое аутосомно-доминантное расстройство, которое связано с мутациями в трансформирующих генах бета-рецепторов фактора роста 1 и 2 (TGFB1 / TGFB2) (Gillis E., 2013; Zhou D., 2021). Интересно, что почти у 98% пациентов с синдромом Лойса-Дитца были обнаружены аневризмы корня аорты, что делает их очень восприимчивыми к развитию расслоения аорты (Hiratzka L.F., 2010; Senser E.M., 2021).

Наконец, синдром Элерса-Данлоса характеризуется уязвимостью и тенденцией к разрыву артерий, кишечника и матки (Rashed E.R., 2022). Это аутосомно-доминантное заболевание, которое воздействует на внеклеточный матрикс кардии и сосудистой системы через дефектный ген проколлагена III типа (COL3A1). Среди различных типов синдрома тип IV синдром Элерса-Данлоса (или сосудистый синдром Элерса-Данлоса) имеет худший прогноз у пациентов (Frank M., 2015).



Помимо генетических нарушений, хроническое воспаление стенки аорты также способствует моделированию процесса медиальной дегенерации иммунологическими эффекторными клетками (Wortmann M., 2021).

Центральное место в патофизиологии расслоения аорты занимают провоспалительные клетки и экспресс-цитокины, которые вызывают деградацию стенки аорты через апоптоз гладкомышечных клеток и протеолиз внеклеточного матрикса (Cui H., 2021).

Когда клетки стенки аорты подвергаются физиологическому давлению, наблюдаемому при расслоении аорты, активируются апоптотические и воспалительные сигнальные пути (Tsamis A., 2013). Провоспалительное состояние, протекающее с апоптотическими гладкомышечными клетками, побуждает лимфоциты, макрофаги и другие воспалительные клетки проникать в оболочку из адвентиция (Jia L.X., 2015). Это приводит к нарушению структуры стенки и аневризматической дегенерации аорты, которые склонны к расслоению и разрыву. Также апоптотические гладкомышечные клетки могут рекрутировать такие воспалительные клетки и секретировать провоспалительные протеолитические ферменты, такие как эластаза и коллагеназа, что приводит к деградации внеклеточного матрикса (Wu D., 2013).

Неконтролируемая артериальная гипертензия, без сомнения, является наиболее распространенным поддающимся лечению предсмертным фактором риска развития расслоения аорты (Evangelista A., 2018). Почти у 75-80% пациентов с расслоением аорты в анамнезе имеется артериальная гипертензия. Артериальная гипертензия чаще встречается при расслоении аорты типа В, чем при расслоении аорты типа А (80,9% против 74,4%;  $p < 0,001$ ) (Landenhed M., 2015). Кроме того, артериальная гипертензия связана с атеросклеротической дегенерацией аорты, приводящей к хрупкости стенки аорты, которая включает фиброз, утолщение интимы, кальцификацию, отложение внеклеточных жирных кислот и деградацию внеклеточного матрикса, что ухудшает эластические свойства стенки (Yin H., 2016). Гипертония может также способствовать

матриксным металлопротеиназам и выработке провоспалительных цитокинов, которые приводят к чрезмерной деградации внеклеточного матрикса.

Недавний мета-анализ, включающий более 1 миллиона человек из западного и азиатского генофондов, подтвердил, что гипертония и повышенное систолическое и диастолическое артериальное давление связаны с повышенным риском расслоения аорты. Даже при поддержании артериального давления в верхнем диапазоне нормы, оно ошибочно связано с более высоким риском, чем артериальное давление на нижней границе нормы (Hibino M., 2022).

Двустворчатый аортальный клапан (ДАК) является наиболее частым врожденным пороком сердца, распространенность которого при рождении колеблется в пределах 1-2% (соотношение мужчин и женщин от 2:1 до 4:1) (Hiratzka L.F., 2010). ДАК является наиболее распространенной врожденной аномалией сердца, приводящей к большей части заболеваемости и смертности, вызванных врожденными пороками сердца (Martin M., 2017). ДАК является фактором риска расширения восходящей аорты и корня, формирования дегенерации аневризмы и расслоения или разрыва аорты (Bossone E., 2021). Интересно, что наиболее распространенным фенотипом (почти у 60-70% пациентов с ДАК) является аневризма, вовлекающая восходящий отдел аорты, с самой быстрой скоростью роста у взрослых ( $\approx 0,4-0,6$  мм/год). Этот фенотип не зависит от патофизиологии и функции клапана. Однако может быть затронута вся восходящая аорта, включая синусы Вальсальвы и трубчатую аорту со сглаживанием синотубулярного соединения. Существует еще один фенотип, который встречается реже ( $\approx 25\%$  пациентов с ДАК) и связан с морфологией ДАК 1 типа (слияние правой и левой коронарных створок) и мужским полом. Этот фенотип, поскольку он поражает корень, связан с более быстрой дилатацией восходящей аорты и нарастанием регургитации на клапане (Michelena H.I., 2014). По сравнению с здоровой популяцией, пациенты с ДАК, как правило, имеют гораздо более высокую частоту расслоения аорты (8,4% от относительного риска) (Michelena H.I., 2011). В частности, корневой фенотип с аортальной регургитацией недавно был связан с более высоким риском расслоения аорты.

Данные IRAD показали, что среди 3393 пациентов с расслоением аорты у 113 (3,3%) был ДАК, в том числе у 93 пациентов (82,3%) с расслоением аорты типа А и у 20 пациентов (17,7%) с расслоением аорты типа В (Etz C.D., 2015).

### 1.3 Методы лучевой диагностики, применяемые у пациентов с расслоением аорты

На протяжении многих лет дигитальная субтракционная ангиография считалась «золотым стандартом» диагностики при патологии аорты. С появлением новых технологий, таких как аппараты ультразвуковой диагностики, компьютерные и магнитно-резонансные томографы, привело к уменьшению значимости традиционной ангиографии. Тем не менее чувствительность новых методов диагностики по-прежнему продолжают сравнивать с ней. Ангиография является инвазивным методом, требующим определенных навыков и умений у специалиста проводившего исследования, имеет свои ограничения, к примеру, невозможность проведения проводника в стенозированный, извитой или окклюзированный сосуд. Метод имеет также свои недостатки, и не лишен возможных осложнений в процессе выполнения манипуляции.

В своем исследовании С.А. Прозоров и соавторы (2013) проводили сравнение данных ангиографии, компьютерной томографии (КТ) и ультразвукового исследования (УЗИ) у пациентов с различной патологией аорты. В своей статье автор провел анализ результатов обследований у 882 пациентов. Было определено, что процент выявления аневризм аорты составил по данным ангиографии – 89,6%, КТ – 100%, УЗИ – 93,7%. Такая разница значений объясняется невозможностью оценки общего диаметра аорты по данным ангиографии, поскольку наличие пристеночного тромбоза может приводить к занижению измерений.

При сравнении методов диагностики у пациентов с разрывами аорты ангиография показала наименьший результат – 14,1%, в то время как при КТ процент достоверно выявленных случаев составил 73,5%, по данным УЗИ – 68,1%. Такая разница объясняется тем, что ангиография может применяться

только в тех случаях, когда рядом с местом разрыва аорты формируется полость, в которой сохраняется кровоток. В случаях геморрагического пропитывания парааортальной клетчатки этот метод применять не целесообразно (Белозёров Г.Е., 2002).

При расслоении аорты наилучшим методом в оценке распространения расслоения на ветви аорты, коронарные артерии и артерии кровоснабжающих спинной мозг является ангиография, поскольку позволяет проводить стентирование стенозированных сосудов непосредственно во время диагностики (Белов Ю.В., 2005).

В заключении автор указывает необходимость строго ограничения показаний к проведению ангиографии, и обозначает метод диагностики как заключительный этап, применяемы только в неясных случаях.

Широко применяемые ультразвуковые методы диагностики, такие как трансторакальная эхокардиография (ЭхоКГ) и чреспищеводная эхокардиография (ЧПЭхоКГ), дуплексное сканирование аорты и подвздошных артерий, используются в качестве скрининга при подозрении на расслоение аорты.

Сложности при визуализации восходящего отдела аорты при проведении ЭхоКГ возникают из-за анатомических особенностей пациентов, таких как деформация грудной клетки и сужение межреберных промежутков, гипертрофия подкожно-жировой клетчатки, большой размер грудных желез у женщин, что приводит к ограничению окна для визуализации (Кадырова М.В., 2018). ЧПЭхоКГ является дополняющим методом диагностики и применяется для визуализации нисходящего отдела, поскольку из-за близкого расположения не имеет ослабления ультразвукового сигнала, а высокая частота луча позволяет получать изображения высокого разрешения и проводить анализ потоков в истинном и ложном просветах аорты.

Внутрисосудистые ультразвуковые исследования (ВсУЗИ) применяются у пациентов с расслоением торакоабдоминального отдела аорты на этапе эндоваскулярного стентирования или установки эндопротеза (Гольдина И.М., 2016). ВсУЗИ наряду с мультипланарной ангиографией обеспечивает наилучшие

результаты эндоваскулярной фенестрации аорты, поскольку позволяет проводить оценку истинного перераспределения крови при распространении расслоения на висцеральные и подвздошные артерии.

Компьютерно-томографическая ангиография (КТА) является малоинвазивным методом диагностики заболеваний аорты, доступным в специализированных медицинских учреждениях, обладающий высоким пространственным разрешением и воспроизводимостью. Данные, полученные при КТА, позволяют выявить наличие расслоения аорты, протяженность изменений, распространение расслоения на магистральные и висцеральные артерии, оценить степень стеноза их истинного просвета (ИП), а также локализовать дефекты в интиме, через которые кровь попадает в ложный просвет аорты (ЛП). Эти данные используются для определения тактики ведения пациента, выбора между открытым и эндоваскулярным методом хирургического лечения, а также для оценки ремоделирования аорты в послеоперационном периоде.

Применение низкодозовых протоколов сканирования на нативных КТ позволяет исключать наличие интрамуральной гематомы (ИМГ). Даже в послеоперационном периоде после эндопротезирования нисходящего отдела аорты могут возникать ИМГ, в этих случаях при проведении сканирования после введения контрастного препарата может привести к неверной интерпретации повышение плотности в парапротезном пространстве и интерпретироваться как затек контрастного препарата (эндолик). Ряд авторов утверждает, что проведение сканирования в нативную фазу в послеоперационном периоде позволяет избежать этих ошибок (Ко J.P., 2021). Принимая во внимание эти рекомендации в зависимости от области сканирования, а также применения ЭКГ-синхронизации при сканировании аорты возрастает лучевая нагрузка на пациента. С учетом этого специалисты Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского» предложили унифицировать технологию проведения сканирования при диагностике и динамическом наблюдении за пациентами с расслоением аорты с применением протоколов сверхбыстрого КТА без ЭКГ-синхронизации со

снижением напряжения на рентгеновской трубке до 80-100 kV (Малахова М.В., 2021). Несмотря на значительное уменьшение лучевой нагрузки на пациентов и отсутствие применения ЭКГ-синхронизации качество значимых артефактов от сердечных сокращений на корне аорты не было выявлено.

Для большинства пациентов с хроническим расслоением аорты магнитно-резонансная томография является наиболее подходящим методом диагностики. Это объясняется отсутствием ионизирующего излучения и необходимостью введения йодсодержащего контрастного препарата во время проведения исследования. Различия в имеющемся оборудовании, навыках интерпретации и выборе соответствующих протоколов сканирования непосредственно влияют на точность визуализации. К примеру, информативность ЭхоКГ в значительной степени зависит от навыков врача владеющим методом, тогда как КТА, при условии использования стандартизированного протокола подвержена ошибкам непосредственно уже при интерпретации данных. Наибольшей вариацией протоколов сканирования обладает МРТ и магнитно-резонансная ангиография (МРА). Для выполнения высококачественной МРТ потребуется меньше навыков оператора, чем для высококачественной ЭхоКГ, но больше, чем для КТА. Навыки и опыт интерпретации изображений данных, а также понимание ряда патологоанатомических состояний аорты имеют решающее значение при написании заключения. Неправильно выбранный протокол сканирования и методология проведения исследования не могут лежать в основе успешной диагностики. В неспециализированных медицинских учреждениях пациентам с расслоением аорты не всегда проводят исследование по необходимым протоколам, а изображения интерпретируются теми, кто редко сталкивается с подобной патологией аорты. Выбор метода и протокола сканирования во многом зависит от их доступности на момент обращения пациента.

Применение МРТ при заболеваниях аорты получило широкое применение в мировой научной литературе. Применение спин-эховой последовательности с ЭКГ-синхронизацией позволяет определить размеры аорты, обнаружить расслоение и внутрисосудистый тромб. Если бы это была единственная требуемая

информация, МРТ со спин-эхо с синхронизацией по ЭКГ имела бы почти 100% точность (Nienaber С.А., 1993). МРТ с быстрой спин-эхо и задержкой дыхания, а также МРА с задержкой дыхания позволяют проводить более быстрое и всестороннее обследование аорты. Протоколы турбо-спинового эхо и однократного турбо-спинового эхо с половинным импульсом Фурье (HASTE) менее восприимчивы к респираторным артефактам, несмотря на это имеют ограничение в выявлении небольших дефектов в интимае. Времяпролетные и фазо-контрастные протоколы сканирования применяются для визуализации потоков в истинном и ложном просветах аорты.

По данным отечественной литературы применение МРТ при динамическом наблюдении за пациентами при хроническом расслоении аорты вне острого периода не получила широкого распространения, что обуславливает дальнейшее развитие и совершенствование этого метода диагностики (Брович К.Н., 2015).

#### 1.4 Показания к хирургическому лечению, алгоритмы проспективного наблюдения и контроля, выбор метода лечения на основании данных инструментальных исследований: современное состояние вопроса

В настоящий момент клинических рекомендаций регламентирующих действия специалистов, участвующих в оказании помощи пациентам с расслоением аорты нет. Согласно рекомендациям по диагностике и лечению заболеваний аорты 2017 года лечение неосложненного течения расслоения аорты типа В начинается с медикаментозной терапии и направлено на устранение болевого синдрома и нормализацию артериального давления.

При анализе случаев летального исхода при расслоении аорты А.А. Попов и соавторы выделили основные ошибки в тактике ведения пациентов на этапе выявления причин острого аортального синдрома (Попов А.А., 2020). Поскольку клиника достаточно вариабельна и не всегда укладывается в классическую картину расслоения, авторами был предложен чек-лист, который должен упростить диагностический поиск и поспособствовать своевременному

направлению пациента на необходимый инструментальный диагностический минимум. Выводы авторов не противоречат рекомендациям Российского общества сердечно-сосудистых хирургов, и включают в себя измерение уровня D-димера, проведение ЭхоКГ и КТА.

Показаниями к операции на нисходящем отделе аорты при хроническом ее расслоении является общий диаметр более 6-6,5 мм, если имеется синдром Марфана – 5,5-6 мм, а также быстрый рост аневризмы более 1 см в год (Белов Ю.В., 2007). Наличие синдрома мальперфузии, постоянные боли, неконтролируемая артериальная гипертензия, а также признаки разрыва являются показанием к хирургическому лечению вне зависимости от диаметра аорты.

Поскольку расслоение нисходящей аорты является жизнеугрожающим состоянием, методы хирургического и консервативного лечения продолжают совершенствоваться. За последние десятилетия с началом применения гипотензивной терапии и внедрения в практику малоинвазивных эндоваскулярных методов протезирования удалось снизить летальность пациентов (Соколов В.В., 2019). Несмотря на это, в настоящее время нет единого консенсуса по выбору метода лечения пациентов с расслоением нисходящего отдела аорты. Медикаментозная терапия, которая является «золотым стандартом» при этой ситуации не может обеспечить долгосрочную выживаемость пациентов, с другой стороны при хирургическом методе лечения сохраняются риски возникновения периоперационных осложнений и высокие значения смертности. В своем исследовании В.В. Соколов и соавторы проанализировали отдаленные результаты лечения пациентов с 2008г. по 2018г., у которых был установлен диагноз расслоение нисходящего отдела аорты. Авторы указывают на наличие необходимости динамического наблюдения за пациентами после протезирования восходящего отдела аорты и закрытии первичной фенестрации, предполагая, что ложный просвет аорты будет закрываться с течением времени. Пациентам с неосложненным расслоением нисходящего отдела аорты должна назначаться консервативная терапия, а осложненное подвергается открытому хирургическому или эндоваскулярному вмешательству. Проблемой выбора метода лечения авторы



называют неправильную интерпретацию понятия «неосложненное течение», именно неправильная оценка тяжести течения заболевания приводит к росту смертности до 50% в течение первых 5 лет. Медикаментозная терапия не может обеспечить тромбоз ложного просвета аорты, спонтанное его закрытие возникает только в 4% случаев, продолжающийся приток крови может стать причиной расширения аорты и развития аортосвязанных событий, вплоть до разрыва.

В своих выводах авторы указывают на преимущества эндоваскулярных методов лечения, поскольку они демонстрируют меньшее количество осложнений, возникающий в раннем и отдаленном послеоперационных периодах. Тем не менее, для достижения наиболее оптимальных результатов лечения, и уменьшения рисков развития отрицательного ремоделирования нисходящей аорты любое хирургическое вмешательство должно быть дополнено установкой непокрытыми стентами дистального ее сегмента на уровне висцеральных артерий. Расслоение аорты всегда сопровождается нарушениями гемостаза. Установка непокрытых тканью стентов позволяет осуществить реконструкцию структуры и эластических свойств стенки, что положительно влияет на восстановление гемостаза, и позволяет сохранить кровоток в висцеральных артериях (Soborov M.A., 2013).

До сих пор отсутствуют национальные клинические рекомендации по лечению заболеваний аорты. Отсутствие четкого алгоритма наблюдения за пациентами на амбулаторном этапе как при хроническом течении заболевания, так и в послеоперационном периоде, побуждает специалистов возвращаться к обсуждению данной проблемы. К примеру, Р.Р. Камалтдинов и соавторы (2022) в своей работе описывают особенности ведения пациентов с острым расслоением аорты типа А. Главной задачей при наблюдении за пациентами после оперативного вмешательства авторы ставят исключение признаков возобновления острого расслоения, появления синдрома мальперфузии. Особое внимание в статье уделяется описанию клинических проявлений осложнений, такие как резкая боль за грудиной (72,7%), боли в спине (53,2%), признаки неврологического дефицита или ишемических атак (4,7%), признаки

мезентериальной и почечной ишемии, абдоминальные боли (29,6%). Ссылаясь на рекомендации по диагностике и лечению заболеваний аорты 2017 года периодичность наблюдения за пациентами должна быть через 1 месяц после операции, 3 месяца, полгода и 1 год, далее ежегодно. При каждом амбулаторном посещении пациенту, помимо лабораторных исследований, должно проводиться одновременно ЭхоКГ и КТА аорты. Данные диагностических исследования направлены на контроль состояния парааортальных тканей, диаметра аорты, контроль функционирования ложного просвета аорты, протяженность расслоения и степень поражения артерий, отходящих от аорты. Стоит отметить, что не все возможности КТА в настоящий момент используются специалистами лучевой диагностики.

Несмотря на увеличения числа и доступности аппаратов МРТ даже для амбулаторных пациентов, в настоящий момент при анализе статей, описывающих результаты успешных операций и долговременную выживаемость у пациентов с хроническим расслоением аорты, в них отсутствуют упоминания о применении МРТ в качестве альтернативы КТА при визуализации аорты. Нельзя забывать о поражении почечных артерий и возможном развитии почечной недостаточности у таких пациентов. Совершенствование проколов сканирования, развитие технического оснащения кабинетов МРТ, позволяют проводить исследования аорты и МРА даже без ЭКГ-синхронизации, что является перспективным направлением развития, поскольку не всегда требует введения контрастных препаратов и лишено ионизирующего излучения (Глушенко И.А., 2016).

#### 1.5. Современное представление о применении данных компьютерно-томографической ангиографии аорты в оценке рисков отрицательного ремоделирования аорты при ее расслоении

Совершенствование методов хирургического лечения заболеваний аорты, в том числе расслоения аорты, а также развитие методов малоинвазивных эндоваскулярных технологий, разработка новых типов имплантируемы эндопротезов,

требуют закономерного развития методов лучевой диагностики, способных дать развернутую и достоверную информация о результате проведенных манипуляций. В настоящий момент оценка успеха хирургического лечения нисходящего отдела аорты проводится по данным КТА, поскольку ЧПЭхоКГ, как правило выполняется в момент проведения операции, является методом мониторинга для выявления возможных интраоперационных осложнений. Для ЭхоКГ визуализация нисходящего отдела аорты затруднена по техническим причинам.

Анализ отечественной литературы продемонстрировал 17 отечественных публикаций, описывающих результаты хирургического лечения пациентов с расслоением аорты, а также 37 зарубежных источников, где осуществлялась оценка ремоделирования аорты.

Первое упоминание об оценке ремоделирования нисходящего отдела аорты принадлежит Т. Каус и соавторам, которые в 2013 году впервые провели сравнение результатов хирургического лечения при расслоении I типа в группе пациентов с применением антеградно устанавливаемого непокрытого стента в нисходящий отдел аорты (n=19) и без него (n=26). Измерения аорты осуществлялись по данным КТА, проводилось измерение общего диаметра аорты в верхней трети нисходящего отдела, индексируемого относительно площади поверхности тела.

В 2017 году В.В. Базылев и соавторы сравнили результаты комбинированного хирургического лечения у группы пациентов, перенесших эндопротезирование нисходящего отдела аорты с предшествующим протезированием восходящего отдела и дуги аорты (n=12) и группой пациентов, которой выполняли только коррекцию восходящего отдела и дуги аорты (n=9). По данным КТА проводился анализ средних диаметров, ширины истинного и ложного просветов аорты на уровне восходящего отдела, дуги, перешейка, грудного отдела, диафрагмы, чревного ствола и почечных артерий. Согласно результатам их исследования, в 58% случаях у пациентов в группе имплантируемых эндопротезов была выявлена тотальная облитерация ложного просвета, а в группе контроля был отмечен прирост размеров ложного просвета в нисходящем отделе аорты.

В 2015 году D.S. Dohle и соавторы провели сравнение результатов лечения пациентов после реконструкции восходящего отдела, дуги и нисходящего отдела аорты по методике замороженного хобота слона, у пациентов с острым (n=70) и хроническим (n=32) расслоением аорты. Авторы проводили измерения объемов аорты, разделенной на три сегмента: сегмент А – уровень установленного эндопротеза, сегмент В – от дистального края эндопротеза до устья чревного ствола, сегмент С - от устья чревного ствола до бифуркации аорты. Объемы истинного просвета и общего объем аорты рассчитывались в специализированном программном обеспечении, оператор самостоятельно обводил контуры аорты вручную на каждом исследуемом срезе, а расчёт объема ложного просвета был равен разнице общего объема и истинного просвета. Авторами был предложена классификация ремоделирования аорты в зависимости от изменений в аорты: увеличение объема истинного канала >10% с стабильным объемом аорты или уменьшение общего объема >10% с стабильным объемом истинного просвета, расценивалась как положительное ремоделирование, изменения в пределах 10% расценивалось как стабильное ремоделирование, все остальные возможные изменения расценивались как отрицательное ремоделирование. Согласно выводам авторов, предложенная ими классификация позволяет стратифицировать риски повторных вмешательств на аорте у пациентов, которым уже были выполнены реконструктивные операции в грудном отделе аорты. Предложенный метод измерения объемов является трудоемким времязатратным процессом для врача, который проводит оценку динамики изменений в аорты. В исследовании не проводилось сравнение изменений объемов и диаметров аорты и не была доказана эффективность предложенной методики.

В 2019 году Б.Н. Козлов и соавторы опубликовали результаты сравнения эффективности применения метода удлинённого «замороженного хобота слона» со стандартной методикой операции у пациентов с расслоением аорты. Оценка ремоделирования аорты проводилось с применением измерений диаметров аорты на разных уровнях с учетом классификации предложенной D.S. Dohle Несмотря на отсутствие данных о применении методики волюмометрии, авторы демонстри-

руют последовательный подход в оценке динамики изменений аорты, указывая на необходимость проведения измерений в разных сегментах. Это указывает на важность контроля ремоделирования абдоминального отдела аорты, как предиктора повторного оперативного вмешательства. Также авторы высказывают свое согласие о классификации предлагающей градацию на положительное, отрицательное и стабильное ремоделирование.

В недавнем исследовании С.А. Абугов и соавторы (2019) провели анализ данных КТА пациентов с диагнозом расслоение аорты 3 тип по ДеБейки перед установкой эндопротеза. Цель проведенного исследования заключалась в выявлении взаимосвязи между показателями аорты и геометрическими требованиями, которыми должны обладать имплантируемые протезы. Авторы рассматривают проблему развития дистального стент-индуцированного разрыва интимы из-за неправильно подобранного диаметра и длины протеза. В работе авторы проводят измерения площадей аорты и истинного просвета, с последующим расчетом диаметров. Данное исследование демонстрирует более тщательный подход в изучении причин возникновения осложнений в послеоперационном периоде, а также понимание сложности измерения размеров истинного просвета аорты при его деформации. Согласно полученным данным, авторы смоделировали профили аорты и истинного просвета, по которым был сделан вывод, что ИП имеет разные диаметры на разных уровнях, а неправильно подобранный диаметр эндопротеза может стать причиной разрыва интимы. Предложенное решение данной проблемы, а именно формирование большей конусности и увеличения длины эндопротеза, может привести к развитию ишемии спинного мозга.

Еще несколько исследований, посвященных изучению эффективности хирургического лечения, были опубликованы в 2021-2022 годах. М.В. Usai и соавторы (2021) провели сравнительный анализ КТА пациентов (n=20) после гибридного протезирования аорты, анализировались исследования до операции, при выписке, через 1 год и 2 года. Уровень сканирования охватывал только грудной отдел аорты. Проводились измерения объемов истинного и ложного

просветов аорты от подключичной артерии до уровня диафрагмы, а также поверхности истинного просвета аорты, разделенной на 4 уровня. В другом независимом исследовании М. Gaudry и соавторы (2022) провели сравнение данных КТА пациентов перенесших хирургическую коррекцию острого расслоения аорты типа А (n=54), до операции, через 3 месяца и через 1 год, таким образом в этом исследовании также проводилась оценка только грудного отдела аорты: осуществлялось измерение диаметров истинного и ложного просветов аорты, общий диаметр аорты на шести уровнях от проксимальной части дуги до уровня диафрагмы. Измерение объемов аорты осуществлялось на уровне грудного отдела аорты отдельно для каждого просвета в специальном программном обеспечении, разработанным авторами. Особенностью данного программного обеспечения является разделение аорты на несколько сегментов в зависимости от ее извитости, а расчет объема рассчитывался как произведение высоты сегмента и площади поперечного сечения. Несмотря на возможные сомнения, которые вызывает выбранная авторами методика измерения объемов, в проведенном исследовании впервые было проведено сравнение чувствительности методов измерения диаметров и объемов аорты для прогнозирования неблагоприятного исхода течения заболевания.

А. Ibrahim и соавторы (2022) провели исследование, посвященное оценке ремоделирования аорты после хирургического лечения пациентов с острым расслоением аорты 1 типа по ДеБейки методом пластики по типу «полудуги» и «замороженного хобота слона». В исследовании проводился анализ измерений объемов истинного и ложного просветов, которые рассчитывались только на уровне нисходящей аорты до устья чревного ствола. Все измерения проводились для каждого просвета отдельно, их контуры обводились вручную оператором на каждом аксиальном срезе. Описанная методика проведения измерений является трудоемкой и не охватывает аорту на всем ее протяжении. В заключение авторы указывают на увеличение объема ложного просвета, как возможного предиктора отрицательного ремоделирования, который может помочь в выявлении пациентов

с более высоким риском развития аневризмы, что приведет к более тщательному наблюдению и предотвращению аортальных осложнений.

Совершенствование методик проведения измерений аорты, поиск новых способов оценки ее ремоделирования обусловлено сохраняющимся высоким уровнем осложнений и рисков повторных оперативных вмешательств, которые возникают у пациентов с расслоением аорты как после радикальных коррекций, так и после эндоваскулярных вмешательств. При анализе научной литературы были выявлены различные подходы оценки изменений аорты, способы измерений диаметров, площади поперечного сечения и объемов аорты, а также признаки неблагоприятного исхода заболевания. В настоящий момент отсутствует единообразие в проведении сравнительного анализа размеров аорты, уровни измерений в разных исследованиях не всегда совпадают, применение различных программных продуктов при обработке данных приводит к путанице в подходах к проводимым измерениям, а также нет четкого понимания насколько трудоемким и времязатратным становится процесс оценки динамики изменений аорты. Помимо этого, складывается впечатление об отсутствии согласованности проведения самой процедуры КТА, в работах нет указаний о необходимости сканирования аорты на всем ее протяжении в случаях распространения расслоения на абдоминальный отдел, во многих работах не проводилась оценка ремоделирования инфраренального отдела. Стандартизация подходов оценки ремоделирования аорты, методов проведения объемных измерений аорты, в том числе определение количества сегментов, на которые необходимо разделять аорту, а также сравнение полученных результатов с данными измерений диаметров и площади поперечного сечения, позволят выделить основные маркеры, указывающие на неблагоприятное течение заболевания и риски повторных оперативных вмешательств. Это должно привести к выделению ключевых значений измерений, которые будут обладать высокой информативностью и чувствительностью, что в конечном итоге позволит не только сократить время, затрачиваемое на проведение измерений, но и повысить качество оказываемой медицинской помощи для пациента.

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Общая характеристика обследованных пациентов

Разработка методики измерения объемов аорты, обследование больных проводилось на базе федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации (далее - Центр). Был проведен поиск по базе данных пациентов, проходивших лечение в Центре, по ключевым словам: «расслоение аорты», «I тип по ДеБейки», «III тип по ДеБейки». В период с 2015 года по 2022 год в центре было прооперировано 110 пациентов. При анализе данных историй болезни, было выявлено, что КТА до хирургической коррекции проводилась не всем пациентам: у большинства отсутствовали данные предоперационного обследования, многим исследования проводилось только в раннем послеоперационном периоде с целью контроля положения имплантируемого эндопротеза.

Критерии включения в ретроспективное исследование: пациенты с хроническим расслоением аорты по ДеБейки I или III типа после открытой или эндоваскулярной коррекции. Пациентам выполнялось как минимум три последовательных КТА всей аорты: непосредственно перед операцией, в раннем послеоперационном периоде и как минимум одно через год после операции.

В общей сложности пациентам было выполнено 61 КТА у 13 пациентов с хроническим расслоением аорты I и III типов по классификации ДеБейки. Характеристики пациентов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика пациентов

Характеристики	Значения
1	2
Предоперационные данные	
Возраст, лет	49 [41.7; 52.5]



1	2
Рост, см	172 [165; 177.5]
Масса, кг	85.5 [65.6; 96.5]
Мужской пол, n (%)	7 (54)
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup>	27.4 [22; 30.2]
Заболевания соединительной ткани, n (%)	1 (0,8)
Срок до операции, мес	9.5 [1; 30]
Операции на сердце в анамнезе, n (%)	2 (15)
Объем протеза, мл	67.8 [67.8; 92,3]
Длина протеза, мм 150	150
Расстояние до разрыва интимы, мм	78 [60; 126]
Сумма висцеральных артерий, см <sup>2</sup>	2.6 [1.5; 4.6]
Сумма ППС сегментарных артерий, см <sup>2</sup>	0.35 [0.1; 0.4]
Количество сегментарных артерий, n	8.5 [4.7; 12]
Интраоперационные данные	
Продолжительность искусственного кровообращения, мин	237.5 [222; 263]*
Продолжительность окклюзии аорты, мин	136 [103; 184]*
Продолжительность ОК/САПМ, мин	61.5 [43; 86]*
Минимальная температура, °С	22.5 [22; 23]*
Вмешательства на аортальном клапане, n (%)	2 (15)
E-Vita open plus, n (%)	7 (54)
Thoraflex™ Hybrid, n (%)	3 (23)
Valiant Thoracic, n (%)	2 (15)
Djumbodis Dissecction System, n (%)	1 (8)
Послеоперационные данные	
Кровопотеря в первые 12 часов, мл	454 [300; 900]*
Длительная ИВЛ, более 24 ч, n (%)	4 (40)*
Вмешательства по поводу кровотечения, n (%)	3 (30)*
Нарушение сердечного ритма, n (%)	3 (23)
Вмешательства на ТАА, n, % (95% CI)	5, 53.3 (26.3-85)
d-SINE, n (%)	1 (8)

Примечание: ППС – площадь поперечного сечения, ОК/САПМ – остановка кровообращения/селективная антеградная перфузия головного мозга, ИВЛ – искусственная вентиляция легких, ТАА – торакоабдоминальная аорта, CI – доверительный интервал, d-SINE – дистальный стент-индуцированный разрыв интимы, \*- данные пациентов, перенесших только открытые операции

Всем пациентам была проведена хирургическая коррекция расслоения аорты по технологии замороженного хобота слона с использованием гибридных

стент-графтов E-Vita open plus (JOTEC GmbH, Хехинген, Германия) и Thoraflex (Vascutek, Terumo, Inchinnan, Шотландия, Великобритания), эндоваскулярное лечение с применением Valiant Captivia (Medtronic, Inc. Дублин, Ирландия). Диаметр эндопротеза при хроническом расслоении аорты подбирали по диаметру истинного просвета на уровне левого предсердия по данным предоперационной КТА. После операции КТА выполняли в раннем послеоперационном периоде и через год после операции. В последующем периоде наблюдения КТА выполняли по клиническим показаниям.

В отдаленном послеоперационном периоде у 5 пациентов потребовались повторные вмешательства на торакоабдоминальном отделе аорты в связи сохраняющимся притоком крови в ЛП и продолжающимся расширением аорты. Был зарегистрирован 1 случай развития дистального стент-индуцированного разрыва интимы через 7 лет после хирургического лечения.

## 2.2 Особенности проведения компьютерно-томографической ангиографии аорты при ее расслоении

КТА аорты выполняли на аппаратах Toshiba Aquilion 64 и Aquilion One 320 (Japan) с толщиной реконструируемого слоя не более 1 мм. Поскольку у всех пациентов был установлен диагноз на основании данных предыдущих инструментальных методов диагностики, и все пациенты находились в стабильном состоянии, нативное сканирование на этапе предоперационной подготовки не выполнялось. Область сканирования в артериальную фазу – от верхушки легкого (исследование проксимального отдела брахиоцефальных артерий) до середины головки бедренной кости (проксимальные отделы бедренных артерий). Скорость введения йодсодержащего контрастного вещества составляла 4,5-5 мл/с. Сканирование в венозную фазу также не проводилось, по причине достаточного контрастирования ЛП, что достигалось благодаря расположению ауто-триггера на нисходящей аорте, равному 120HU (Рисунок 1). В некоторых случаях при необходимости определения тромбоза ЛП, а также при наличии у пациентов

низкой фракции выброса левого желудочка, допускалось устанавливать ауто-триггер на уровне диафрагмы и применять многофазовый протокол введения контрастного препарата, включающий в себя: 1 фаза – введение физиологического раствора 30 мл, 2 фаза – 70% от рассчитанного объема вводимого контрастного препарата с допустимой максимальной скоростью для конкретного пациента, в большинстве случаев 5 мл/с, 3 фаза – 30% от рассчитанного объема вводимого контрастного препарата со скоростью 3-3,5 мл/с, 4 фаза – физиологический раствор объемом 50 мл со скоростью 3-3,5 мл/с.

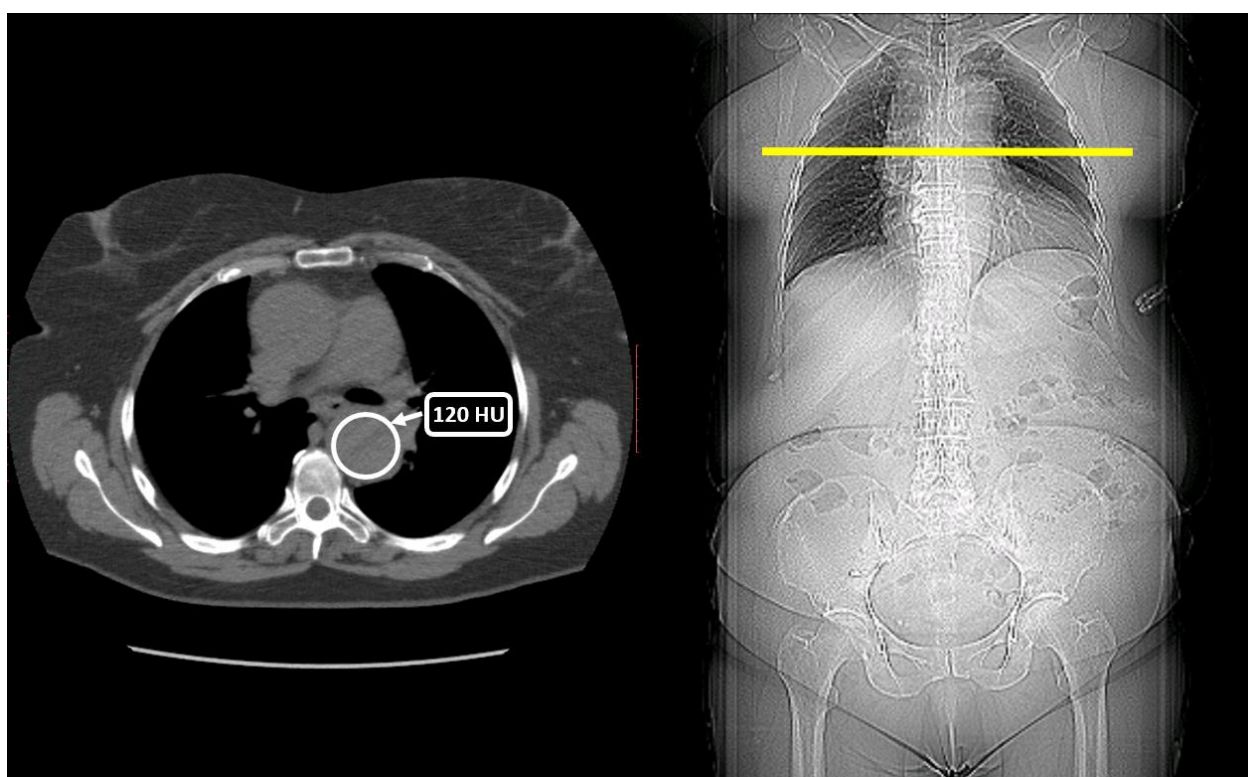


Рисунок 1 – Уровень расположения ауто-триггера при сканировании аорты на всем ее протяжении (И/б №00125959)

Во всех случаях на этапе предоперационной подготовки одной из задач проводимого исследования была оценка состояния коронарных артерий, определения признаков распространения расслоения на них, а также исключение значимых стенозов просвета. С целью лучшей визуализации корня аорты и коронарных артерий во всех случаях на этапе предоперационной подготовки применялись протоколы сканирования с ЭКГ-синхронизацией. На рисунке 2

представлена схема планирования области сканирования аорты на всем ее протяжении с применением ЭКГ-синхронизации только на область корня аорты.

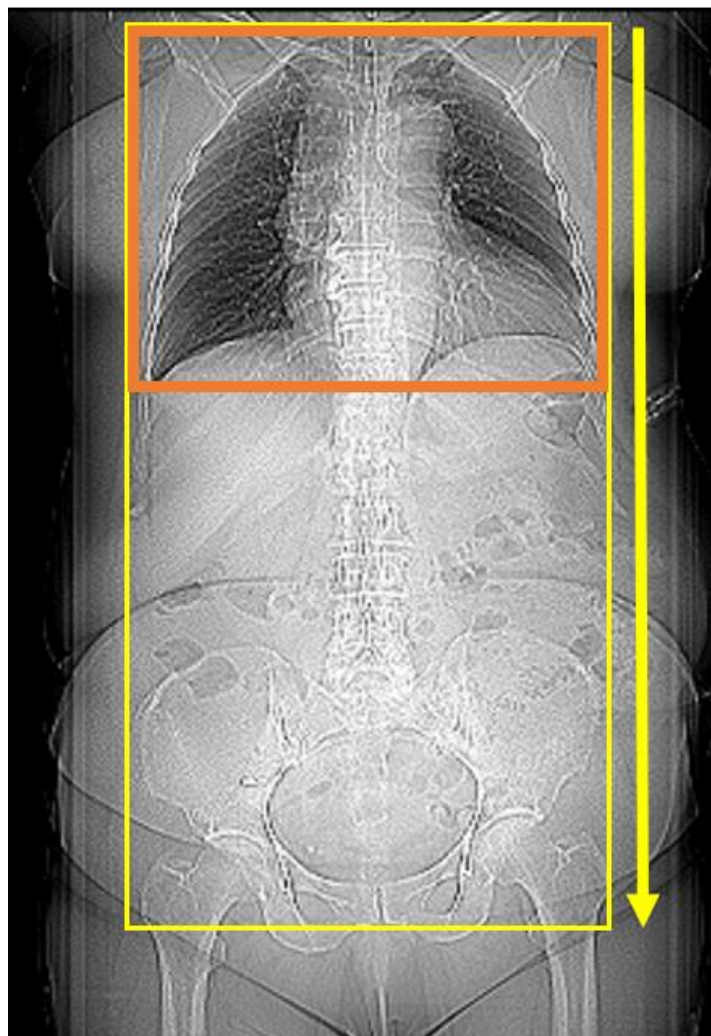


Рисунок 2 – Схема планирования сканирования аорты на всем протяжении (желтая линия), с ограниченным участком ЭКГ- синхронизации (оранжевый квадрат) в краниокаудальном направлении (желтая стрелка) (И/б №00125959)

В раннем послеоперационном периоде для исключения наличия интрамуральной гематомы, а также признаков гемоперикарда или парапротезной гематомы, а также с целью дифференцировки шовного материала от возможных эндопротечек проводилось сканирование органов грудной клетки без ЭКГ-синхронизации. Проведение сканирования в артериальную фазу существенно не отличалось от протокола предоперационной подготовки. Применение ЭКГ-синхронизации в этих случаях проводилось только для оценки коронарных артерий.

В отдаленном послеоперационном периоде для оценки ремоделирования только нисходящего отдела допускается проводить сканирование аорты без ЭКГ-синхронизации. Артефакты от сердечных сокращений выявляются только на восходящем отделе аорты.

### 2.3 Методика проведения объемного анализа ложного и истинного просветов аорты при ее расслоении

Анализ полученных изображений проводили на рабочей станции (Philips IntelliSpace Portal, Амстердам, Нидерланды) методом полуавтоматической сегментации аорты. При анализе данных КТА вся аорта была разделена на три сегмента: сегмент А на уровне эндопротеза, сегмент В от дистального конца эндопротеза до чревного ствола и сегмент С от чревного ствола до бифуркации аорты (рис.3). Отдельно в каждом сегменте измеряли общий объем аорты (ООА), истинного просвета и функционирующей части ложного канала (ФЛП). Объем ложного просвета рассчитывали, как разницу между ООА и ИП; объем тромбированной части ЛП (ТЛП) рассчитывали, как разницу между ЛП и ФЛП. Такой подход в разделении аорты на сегменты позволяет проводить оценку ремоделирования аорты не только на всем протяжении, но и локально, позволяя провести анализ результатов хирургического лечения на уровне имплантированного эндопротеза.

Выбор программного обеспечения для проведения волюмометрического анализа определялся техническими возможностями программ. Доступные и широко используемые программы для просмотра медицинских изображений в формате DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), не обладают возможностями проводить измерения объемов выделенных анатомических областей. Предлагаемые пользовательские приложения, например, TAV разработанная на базе программной среды MATLAB (MathWorks, Натик, США), была разработана специально для проводимого исследования (Gaudry M., 2022). Данное программное обеспечение имеет ограничения по точности проводимых

измерений, поскольку после выделения центральной осевой линии исследуемый участок аорты разделялся на несколько сегментов, соответствующих форме цилиндра, объем каждого цилиндра рассчитывался как произведение площади поперечного сечения сосуда и высоты сегмента (Рисунок 4). Такой подход является экономным по времени, в сравнении методикой, когда необходимо очерчивать контур измеряемого просвета аорты на каждом срезе в отдельности.

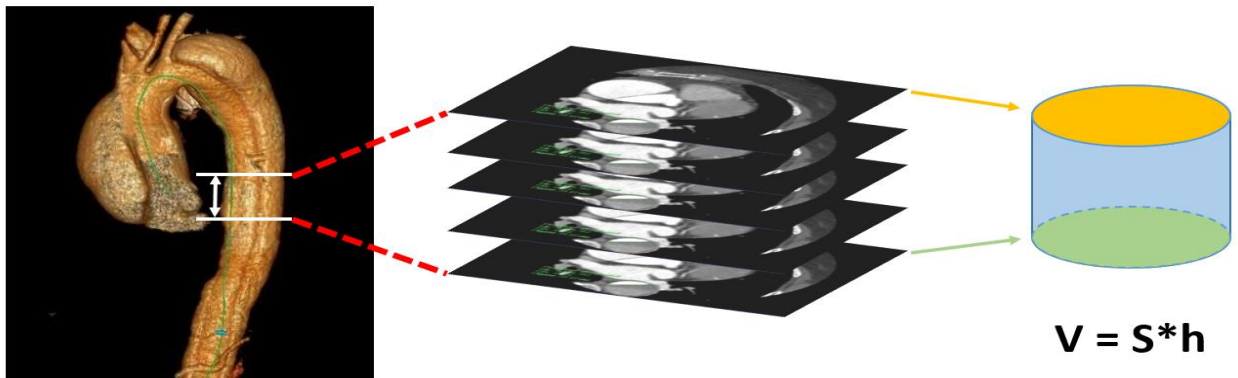


Рисунок 3 – 3D-реконструкция аорты, сегмент А – уровень установленного эндопротеза, сегмент В – от дистального конца протеза до устья чревного ствола, сегмент С – от устья чревного ствола до бифуркации аорты

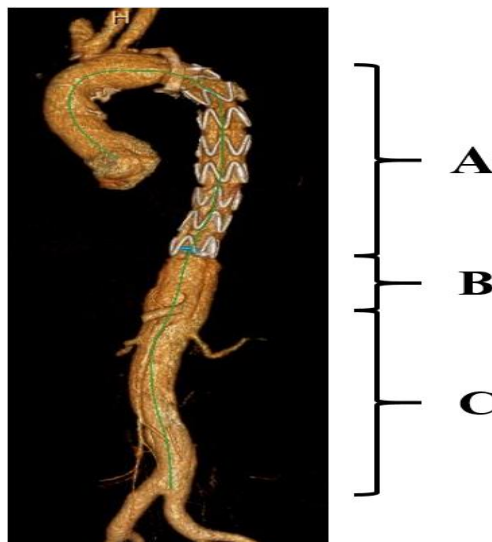


Рисунок 4 – Схематическое представление методики измерения объемов аорты, предложенной М. Gaudry и соавторами (2022)

Применяемое в исследовании программное обеспечение Philips IntelliSpace Portal, позволяет сегментировать сосуды в полуавтоматическом режиме, оператором указывается начало и конец измеряемого участка аорты, а также определяется положение осевой линии таким образом, чтобы получить изображения в продольной проекции на всем протяжении (Рисунок 5). Такое проецирование позволяет обводить контур одновременно как истинного просвета аорты, так и аорты в целом на всем ее протяжении, что в значительной степени сокращает время на проведение измерений до 20 минут. В сравнении, метод выделения просветов аорты на каждом аксиальном срезе по данным литературы занимает около 1 часа работы врача-рентгенолога, а метод измерений предложенный М. Gaudry и соавторами, 30 минут, при условии, что все измерения проводились только в грудном отделе аорты.

Конечным результатом применения программного обеспечения является сводная таблица, в которой отображаются значения максимально диаметра просвета и сосуда, объем истинного просвета и общий объем аорты, а также длина осевой линии (Рисунок 5). Последний параметр необходим для сопоставления полученных данных с другими исследованиями. Для измерения объема функционирующего ложного просвета аорты выделение его контуров проводилось отдельно.

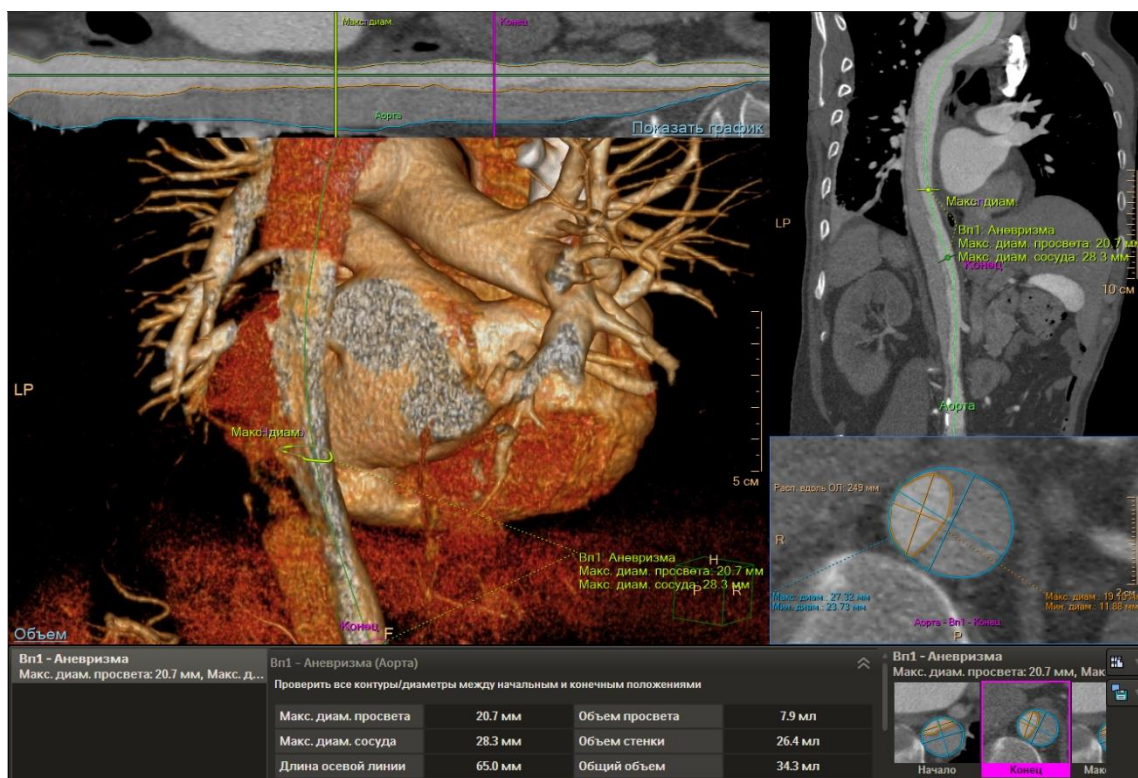


Рисунок 5 – Пользовательский интерфейс приложения Philips IntelliSpace Portal (И/б №00314124)

Оценка ремоделирования аорты проводилась методом сравнения данных измерений объемов относительно предыдущего исследования для каждого объема аорты. Изменения в пределах 10% принимались за пороговые значения. Положительным ремоделированием считали увеличение объема истинного просвета >10% при стабильном общем объеме аорты или уменьшение ООА >10% при стабильном объеме ИП (Рисунок 6). Изменения в пределах 10% оценивались, как стабильное ремоделирование. Все остальные возможные изменения расценивались как отрицательное ремоделирование. Коэффициент тромбоза ЛП (кТЛП) рассчитывали, как величину ТЛП относительно общего объема ЛП у каждого пациента и в каждом сегменте по формуле (1):

$$\text{кТЛП} = 1 - (\text{ТЛП} / \text{ЛП}) \times 100 \quad (1)$$

Объем эндопротеза (мл) рассчитывали по формуле объема цилиндра (2):



$$V = \pi r^2 * h \quad (2)$$

Степень раскрытия эндопротеза в раннем послеоперационном периоде и через год по сравнению с исходным объемом рассчитывали по формуле (3):

$$\text{Степень раскрытия протеза} = V_{\text{ИП в сегменте А}} / V_{\text{протеза}} \times 100 \quad (3)$$




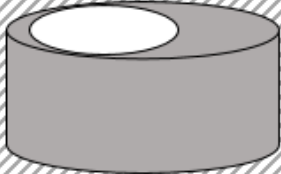
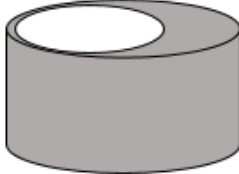

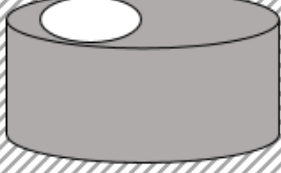
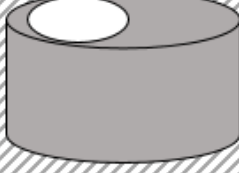
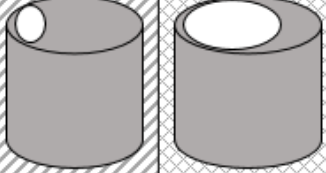
	Общий объем аорты ↑	Общий объем аорты ↔	Общий объем аорты ↓
Истинный просвет аорты ↑			
Истинный просвет аорты ↔			
Истинный просвет аорты ↓			

Рисунок 6 – Классификация ремоделирования аорты. Состояния, когда увеличивался объем истинного просвета аорты при сохранении или уменьшении общего объема аорты, а также при сохранном объеме ИП с уменьшением ООА классифицировались как положительное ремоделирование, неизменённые объемы ИП и ООА – как стабильные, все остальные состояния – как негативные

Одновременно с этим проводились измерения максимального и минимального диаметров аорты на уровнях проксимального и дистального краев эндопротеза, диафрагме, устье чревного ствола и в нижней трети инфраренального отдела выше бифуркации аорты (Рисунок 7). Также на этих уровнях проводились измерения площади поперечного сечения и периметра истинного и общего просветов

аорты. В последующем на основании полученных данных рассчитывались диаметры по формулам (4):

$$\text{для периметра } D = \frac{\text{периметр (C)}}{\pi} \quad (4)$$

$$\text{для площади } D = 2 \times \left( \sqrt{\frac{S}{\pi}} \right)$$

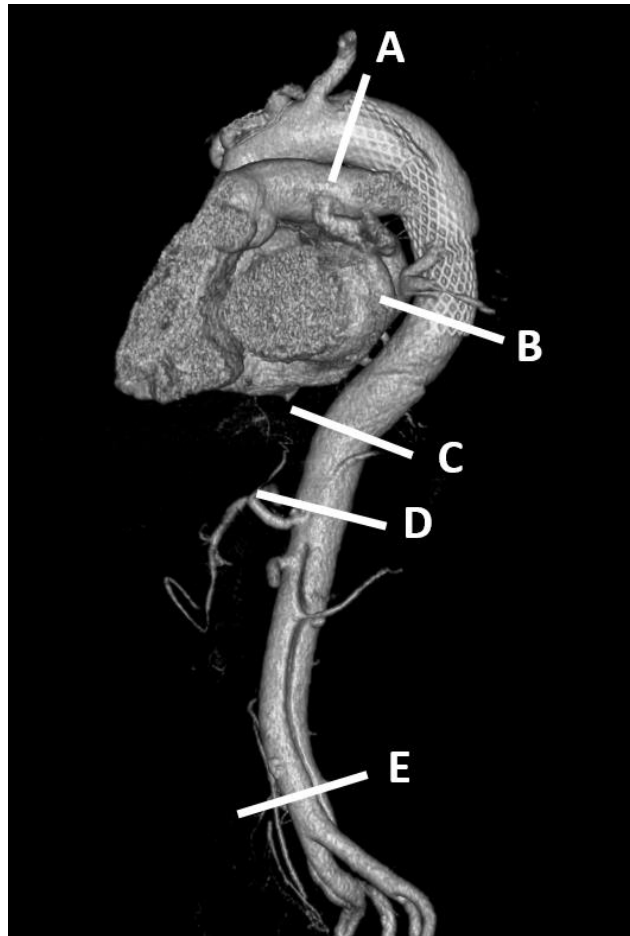


Рисунок 7 – 3D-реконструкция аорты (И/б №00314124). Обозначены уровни проведения измерений диаметров, площади поперечного сечения и периметров аорты. А- на уровне проксимального конца эндопротеза, В – дистального конца эндопротеза, С – диафрагмы, D – устья чревного ствола, Е – нижней трети инфраренального отдела аорты

При анализе данных предоперационного обследования сегменты А для измерения объема аорты, уровни А и В для измерения диаметров аорты

сопоставлялись с данными исследований после хирургического лечения с учетом длины имплантируемых эндопротезов.

Дополнительно были проанализированы остаточные дефекты в интима в дистальном отделе аорты. Количество висцеральных и сегментарных артерий (артерий, не связанных с основными висцеральными артериями: парные межреберные, диафрагмальные, надпочечниковые и поясничные артерии), дистальнее эндопротеза, контрастируемые из ЛП, оценивались как остаточные фенестрации. Оценивали расстояние от дистальной части эндопротеза до ближайшей остаточной фенестрации, а также рассчитывали сумму площадей поперечного сечения (ППС) остаточных фенестраций.

Данные были собраны и проанализированы ретроспективно. Анализ выполнен посредством статистических программ SPSS 23.0 software (SPSS Inc, Chicago, IL), Microsoft® Excel. Нормальность распределения непрерывных данных оценивалась с использованием теста Шапиро-Уилка. Учитывая малый объем выборки, все непрерывные данные представлены как медиана (25-й и 75-й процентиль). Категориальные данные представлены виде чисел с процентным выражением. Непрерывные данные оценивались ранговым дисперсионным анализом Фридмана. Уровень статистической значимости принимался при  $p < 0,05$ . Субгрупповой анализ с повторными измерениями проводился критерием Уилкоксона для связанных выборок с коррекцией уровня ошибки первого рода по Бонферрони.

## ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 3.1 Применение методики измерения объемов истинного и ложного просветов аорты в оценке степени раскрытия эндоваскулярных протезов аорты

Анализ измерения объемов истинного просвета аорты и имплантируемых эндопротезов показал, что объем последнего преобладал во всех случаях, медиана составила 97% [75-132]. Проводился анализ раскрываемости протезов до исходного состояния как отношение объема истинного просвета аорты к объему эндопротеза, степень его раскрытия перед выпиской составила 72% [56,2;73,3], через год составила 72% [67,7; 82,3].

При сравнении с данными измерений диаметров на уровнях проксимально и дистального концов, имплантируемых эндопротезов и их отношения к диаметрам протезов, также проводилась оценка степени раскрытия (Таблица 2, Рисунки 8-9).

На уровне проксимального конца эндопротеза процент его раскрытия составил 88% [85; 89], 92% [88; 98], 86% [83; 89] для среднего диаметра, диаметров, рассчитанных по длине окружности и площади поперечного сечения соответственно. На уровне дистального конца процент раскрытия составил 77% [74; 81], 85% [78; 89], 73% [69; 78]. Через 1 год после операции процент раскрытия эндопротеза достиг 92% [90; 97], 98% [95; 103], 91% [90; 95] – на уровне проксимального конца, 85 % [81; 88], 92% [79; 97], 85% [79; 89] – на уровне дистального конца эндопротеза.

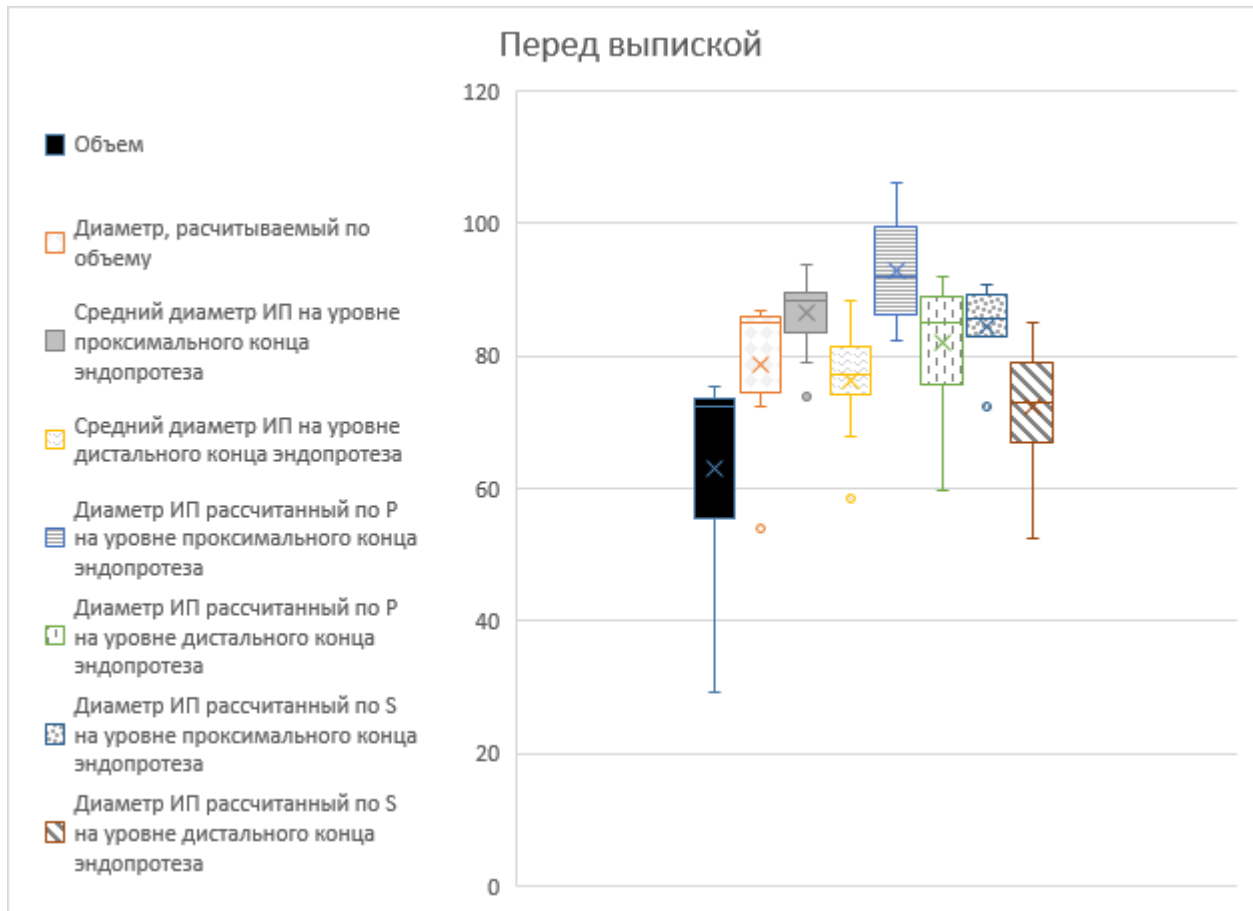


Рисунок 8 – Диаграммы динамики раскрываемости эндопротеза перед выпиской. ИП- истинный просвет аорты, P – длина окружности аорты, S – площадь поперечного сечения аорты

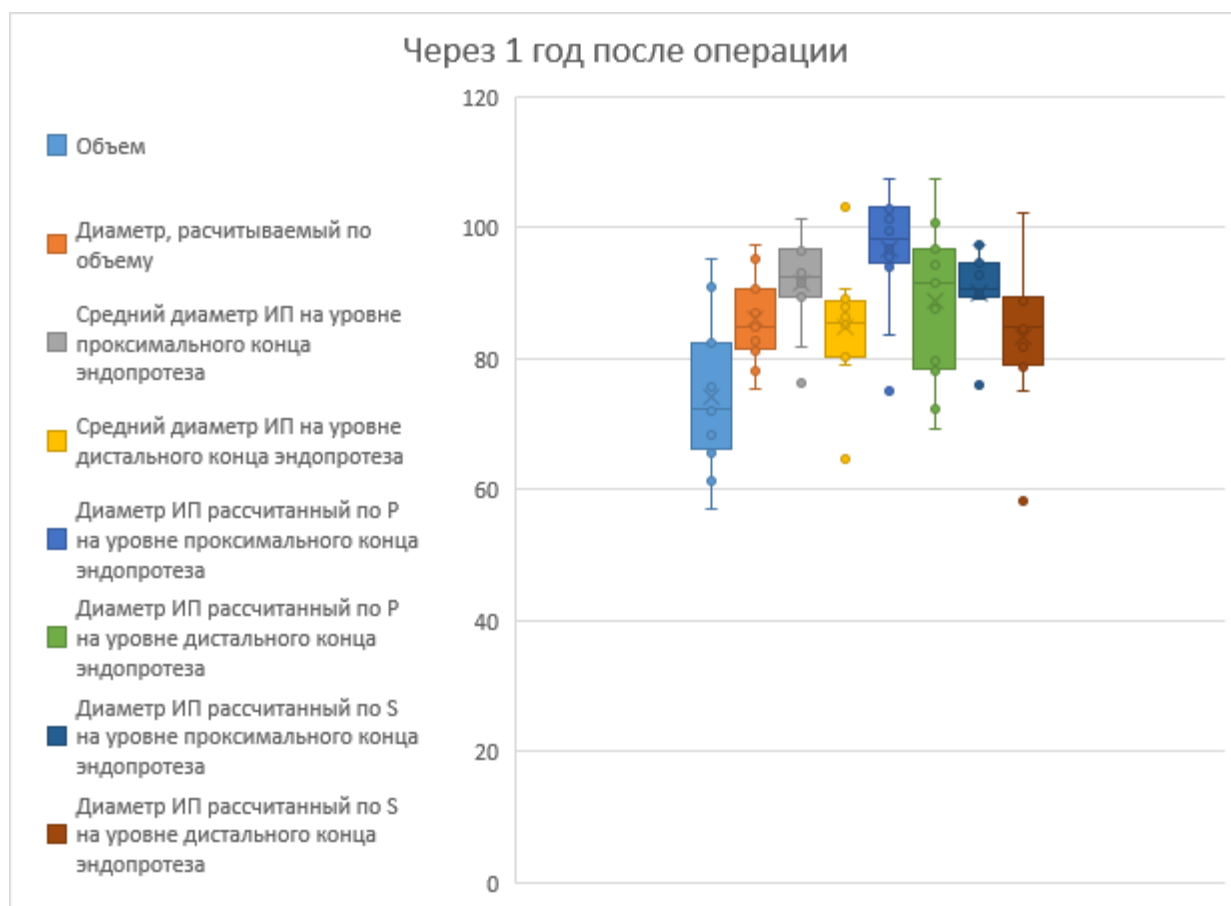


Рисунок 9 – Диаграммы динамики раскрываемости эндопротеза через 1 год после операции. ИП- истинный просвет аорты, P – длина окружности аорты, S – площадь поперечного сечения аорты

Таблица 2 – Динамика раскрываемости эндопротеза по данным измерения диаметров аорты

Измеряемые параметры	Перед выпиской (%)	Через 1 год (%)
1	2	3
Диаметр ИП рассчитанный по V	85 [75; 86]	85 [82; 91]
Средний диаметр ИП на уровне проксимального конца эндопротеза	88 [85; 89]	92 [90; 97]
Средний диаметр ИП на уровне дистального конца эндопротеза	77 [74; 81]	85 [81; 88]
Диаметр ИП рассчитанный по P на уровне проксимального конца эндопротеза	92 [88; 98]	98 [95; 103]

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Диаметр ИП рассчитанный по Р на уровне дистального конца эндопротеза	85 [78; 89]	92 [79; 97]
Диаметр ИП рассчитанный по S на уровне проксимального конца эндопротеза	86 [83; 89]	91 [90; 95]
Диаметр ИП рассчитанный по S на уровне дистального конца эндопротеза	73 [69; 78]	85 [79; 89]

Примечание: ИП- истинный просвет аорты, Р – длина окружности аорты, S – площадь поперечного сечения аорты

С целью подбора размера эндопротеза и определения степени его раскрытия трем пациентам на этапе предоперационной подготовки, на основании данных КТА было проведено 3D-моделирование нисходящего отдела аорты с последующей печатью моделей истинного и ложного просветов (рис. 10). Моделирование осуществлялось в специализированном программном обеспечении Materialise Medical (Materialise HQ, Belgium). Для создания полой модели осуществлялась сегментация истинного и ложного просветов аорты с сохранением дефектов в отслоенной интиме. Печать осуществлялась на принтере Form 3B+ (Formlabs, США) с применением полупрозрачного мягкого полимера Elastic 50A Resin с твердостью по Шору 50A. Среднее время для создания 3D-модели составило 25 минут, время на печать 30 часов. Распечатанные модели были использованы в качестве образцов для оценки возможности эндоваскулярного протезирования, степени раскрытия выбранных протезов для каждого пациента, а также контроля герметичности прилегания их к стенке истинного просвета аорты.

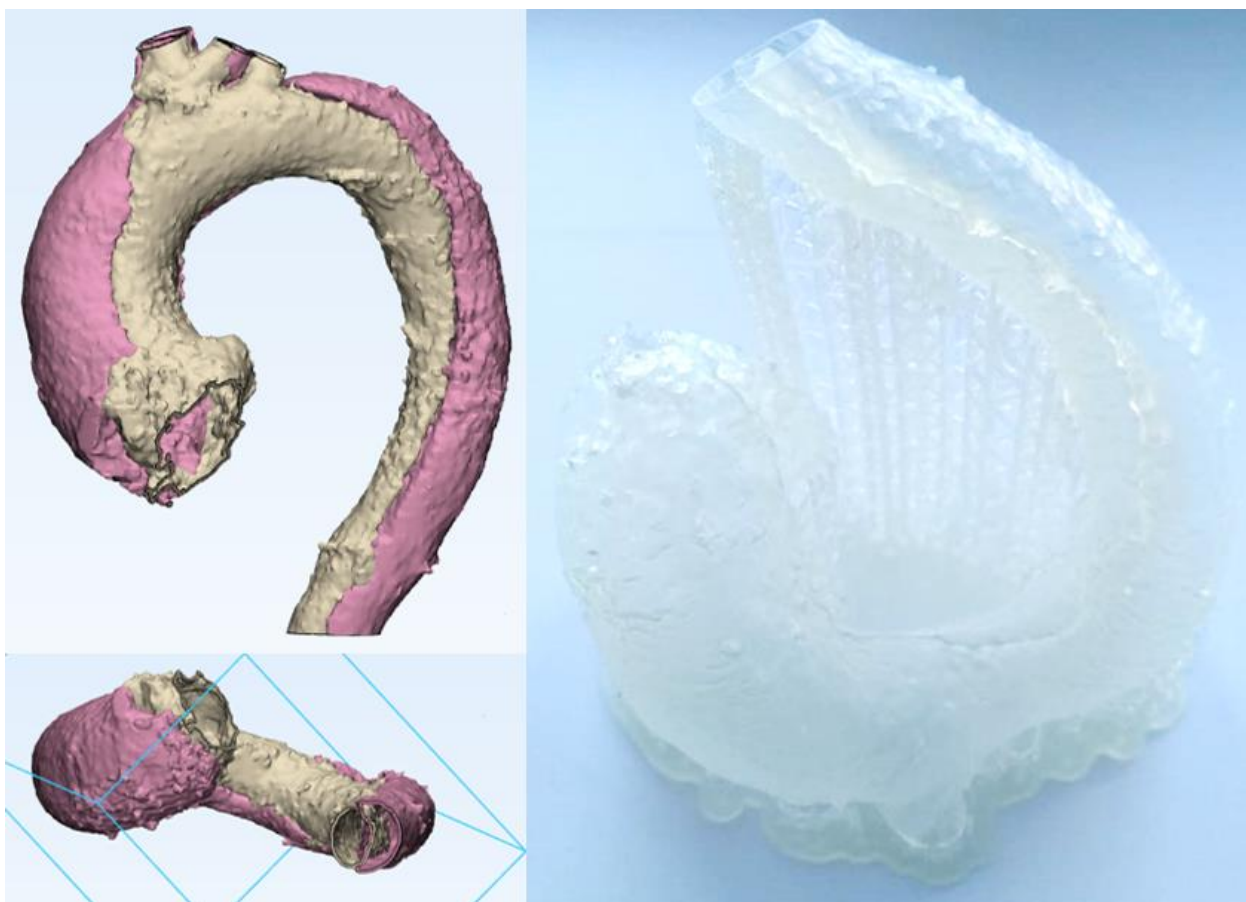


Рисунок 10 – 3D-моделирование грудного отдела аорты с расслоением, красным цветом обозначен ложный просвет аорты, бежевым – истинный просвет, справа – распечатанная модель на подпорках

Помимо этого, проводилась оценка степени тромбоза ложного просвета аорты. Тромбоз ложного канала в сегментах А, В, С до операции составил 3% [1-21], 1,5% [0-18] и 12% [0-23], соответственно. Тромбоз ложного канала в сегментах А, В, С перед выпиской составил 87% [80,2-95,5], 16% [3,5-33,7] и 18% [11-44], соответственно. Через год после операции процент тромбоза ложного канала составил 100% [97,2-100], 73,5% [58,2-95,5] и 38% [11,5-65,5], соответственно (Рисунок 11).



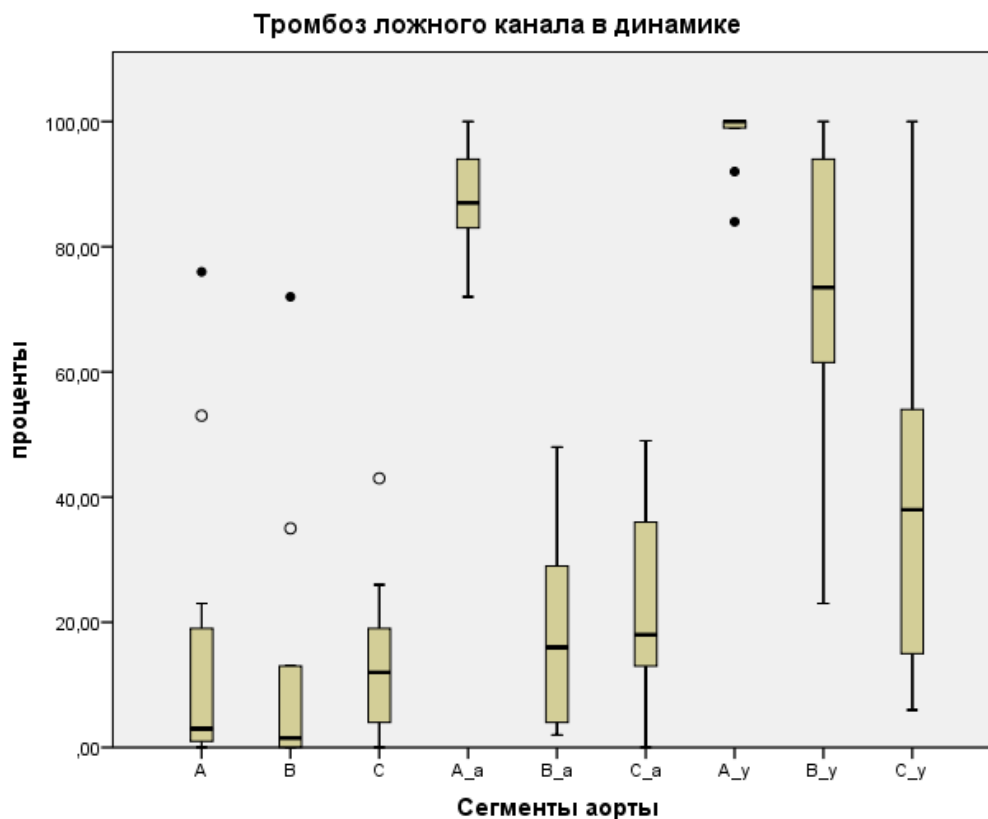


Рисунок 11 – Диаграмма динамики тромбоза ложного канала в послеоперационном периоде. Данные указаны в медианах. А, В, С - сегменты А, В, С до операции, А\_а, В\_а, С\_а – сегменты А, В, С перед выпиской, А\_у, В\_у, С\_у -сегменты А, В, С через год после операции

Обращает на себя внимание различия степени раскрытия протезов по данным измерений диаметров в сравнении измерениями объемов. Это объясняется неправильной формой истинного просвета канала, на уровне которого он устанавливается, который потом может приобретать форму песочных часов. Неравномерное раскрытие эндопротеза не может быть оценено измерением диаметров аорты на уровне его дистального конца, поскольку это не отражает общей картины изменений, а сохраняющееся воздействие радиальной силы раскрытия протеза на стенку аорты может послужить причиной развития дистального стент-индуцированного разрыва интимы.

Тромбоз ложного просвета аорты является одним из предикторов благоприятного исхода хирургического лечения расслоения аорты. Увеличение объема функционирующего ложного просвета аорты может возникать в

результате формирования новых фенестраций в интимае или тромбоза истинного просвета аорты. С целью исключения последнего необходимо проводить исследования аорты в динамике на всем ее протяжении с оценкой проходимости подвздошных артерий.

### 3.2 Результаты сравнительной оценки измерения диаметров аорты, площади поперечного сечения и объемов истинного и ложного просветов аорты при подборе размера эндоваскулярного протеза аорты

При сравнении диаметра установленных эндопротезов с диаметрами истинного просвета аорты, рассчитанными по длине окружности и площади поперечного сечения аорты на уровне левого предсердия, совпадений не было выявлено (Таблица 3).

Таблица 3. Сравнение измерений диаметров аорты на уровне проксимального и дистального конца эндопротеза

Измеряемые параметры	Перед операцией (мм)	Перед выпиской (мм)	Через 1 год (мм)
Диаметр ИП рассчитанный по V	18 [16; 20]	21 [19; 21]	22 [21; 23]
Средний диаметр ИП на уровне проксимального конца эндопротеза	21 [16; 25]	22 [21; 24]	24 [22; 25]
Средний диаметр ИП на уровне дистального конца эндопротеза	21 [16; 25]	19 [18; 21]	21 [21; 25]
Диаметр ИП рассчитанный по Р на уровне проксимального конца эндопротеза	24 [19; 29]	24 [22; 26]	24 [23; 27]
Диаметр ИП рассчитанный по Р на уровне дистального конца эндопротеза	21 [19; 23]	21 [20; 24]	23 [22; 26]
Диаметр ИП рассчитанный по S на уровне проксимального конца эндопротеза	19 [15; 23]	21 [20; 23]	23 [22; 25]
Диаметр ИП рассчитанный по S на уровне дистального конца эндопротеза	16 [14; 17]	18 [17; 21]	21 [20; 24]
Диаметр эндопротеза	24 [24; 28]		

Наиболее близкими к значениям диаметра протеза оказались значения максимального диаметра истинного просвета, их превышение составило 5,8% [-6,7; 13,7]. Превышение диаметра протеза по данным измерениям длины окружности истинного просвета аорты составило 17,8% [14,7; 24,4], площади поперечного сечения 41,4% [32,6; 43,4], среднего диаметра – 32,7% [27,7; 37,9], объема – 26,3% [26,3; 33,6]. Несмотря на значительное превышение диаметра подобранных эндопротезов, только у одного пациента на 7 году наблюдения после хирургического лечения хронического расслоения аорты по методике «замороженный хобот слона» развился дистальный стент-индуцированный разрыв интимы. Динамика ремоделирования аорты у данного пациента по данным КТА представлена рисунке 12.

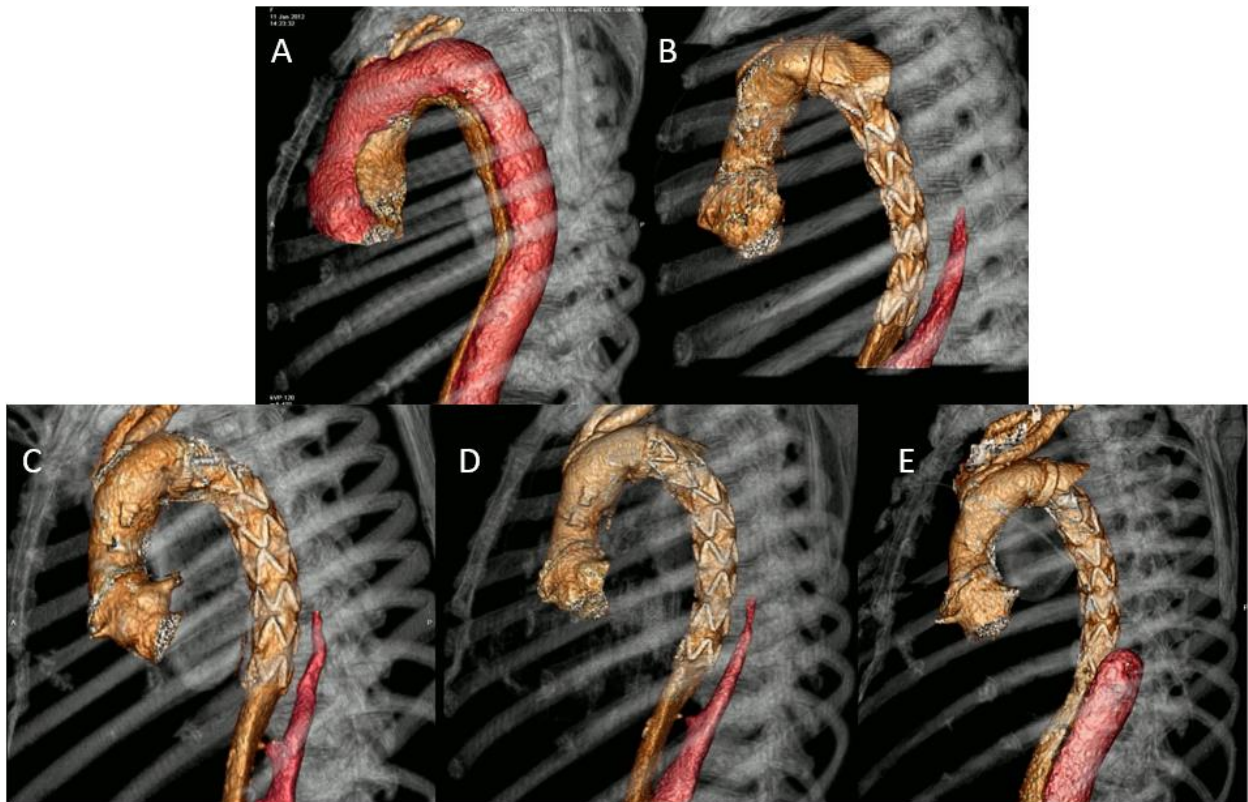


Рисунок 12 – 3D-реконструкции динамики ремоделирования грудного отдела аорты: А – до операции; В – ранний послеоперационный период; С– через 1 год после операции; D - через 2 года после операции, Е – через 7 лет после операции. Оранжевым цветом выделен ИП аорты, красным – ЛП (И/б №00125959)

Были проанализированы возможности измерения объемов аорты и интерпретация этих данных с точки зрения клинической картины заболевания. При помощи этого метода было зафиксировано увеличение всех объемов сегмента А в раннем послеоперационном периоде, а не только ИП (+40%) с параллельным уменьшением объемов ООА (-8%), ИП (-19%), ЛП (-2%) в сегменте С. Вероятно, это связано с воздействием радиальной силы раскрытия протеза, при котором расширение в сегменте А привело к сужению сегмента С. В дальнейшем наблюдалась аневризматическая трансформация в сегментах В и С (Рисунок 13).

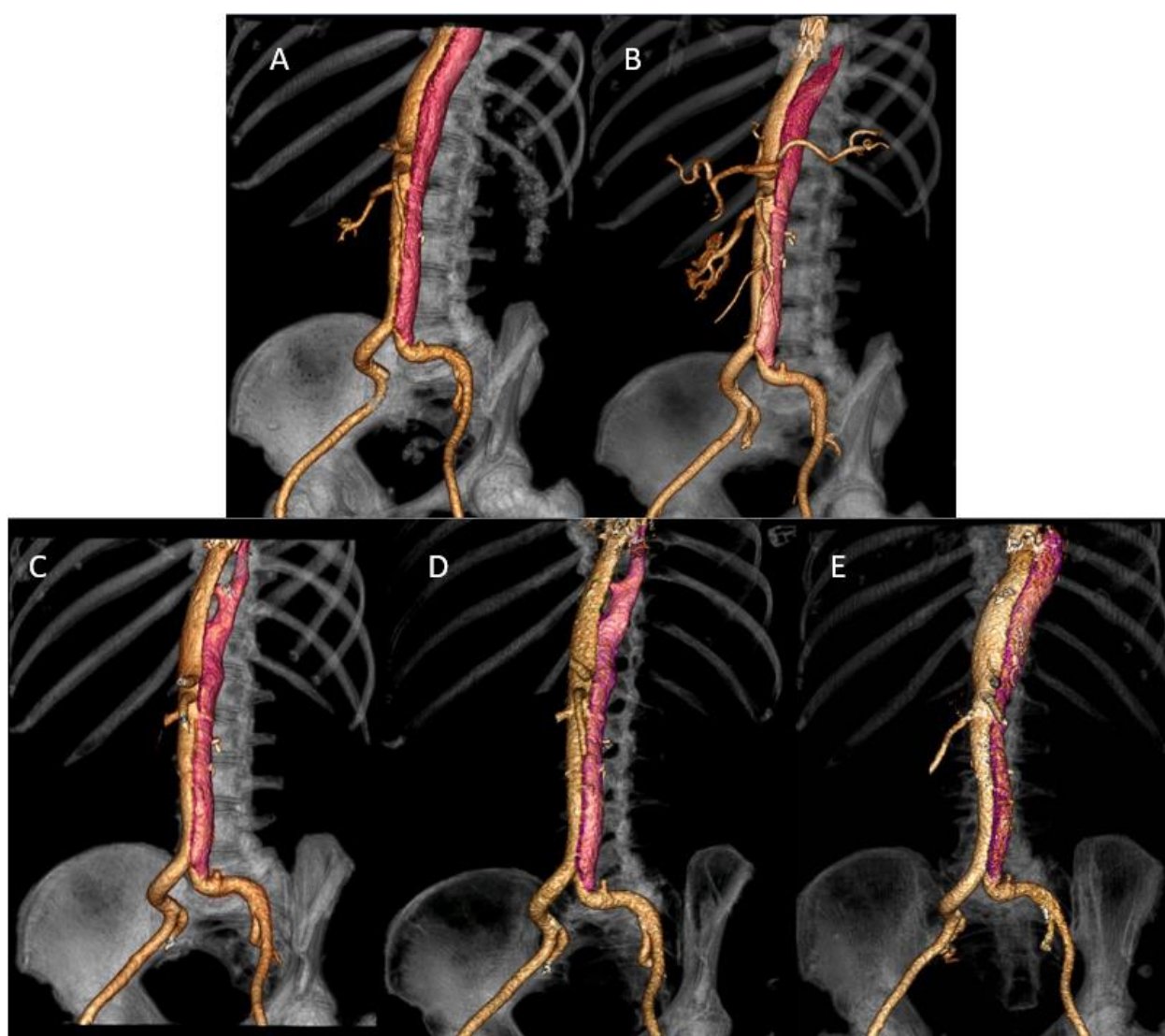


Рисунок 13 – 3D-реконструкции динамики ремоделирования аорты в сегментах В и С: А – до операции; В – ранний послеоперационный период; С – через 1 год после операции; D - через 2 года после операции, Е – через 7 лет после операции. Оранжевым цветом выделен ИП аорты, красным – ЛП (И/б №00125959)

На втором году наблюдения были выявлены редукция ТЛП в сегментах В и С, уменьшение степени раскрытия протеза с 82% до 80%. Это коррелировало с увеличением объема ФЛП в сегментах В и С, что способствовало сдавлению стентированной части протеза, а также развитию напряжения интимомедиальной мембраны в области дистального конца эндопротеза с последующим формированием стент-индуцированного разрыва интимы. При применении объемного метода измерения аорты и анализе динамики сразу после операции в данном клиническом случае определялось неполное раскрытие протеза с дальнейшим увеличением объема ЛП уже через год после операции.

Ретроспективный анализ измерений истинного просвета аорты до хирургического лечения показал, что максимальный диаметр просвета ИП на уровне предполагаемого дистального конца эндопротеза составил 26 мм, диаметр, рассчитанный по длине окружности - 21,3 мм, среднее значение максимально и минимального диаметров - 17,8 мм. С учетом того, что пациенту был имплантирован эндопротез диаметром 24 мм и длиной 150 мм, максимальный объем ИП в послеоперационном периоде за весь период наблюдения составил 55,9 мл, то степень раскрытия протеза соответствовала 82%. В случае выбора протеза диаметром 22 мм, объем, который он займет составил бы 57 мл, а степень раскрытия протеза при аналогичном течении ремоделирования составила бы 97%. Можно высказаться о теории, что в случаях подбора эндопротеза по диаметру, рассчитанному по длине окружности достигается максимальная степень раскрытия эндопротеза на уровне дистального конца, а отсутствие радиальной силы, оказывающей давление на стенку аорты исключает возможность развития стент-индуцированного разрыва интимы.

Проведенный анализ, а также оценка динамики раскрытия на уровне дистального конца эндопротеза позволяет предположить, что вычисление диаметра по длине окружности, а также измерение максимального диаметра истинного просвета, когда это возможно, отражают наиболее приближенное к

действительности значение диаметра, в то время как измерения объема и площади поперечного сечения его занижают.

### 3.3 Предикторы отрицательного ремоделирования аорты при ее расслоении в послеоперационном периоде

Проведен анализ 61 КТА, с последующим разделением аорты на 3 сегмента ( $n = 183$ ) с дальнейшим измерением объемов истинного, ложного и общего просветов, а также измерение максимального и минимального диаметров, длины окружности и площади поперечного сечения на уровне перешейка, в нисходящем отделе на уровне дистального края эндопротеза, диафрагмы, чревного ствола и нижней трети инфраренального отдела. Измерения объемов в границах сегмента были сопоставлены с измерениями диаметров, площади поперечного сечения и длины окружности. Для каждого примененного измерения проводился анализ ремоделирования аорты согласно описанной классификации с учетом отклонений относительно данных предыдущих исследований. Оценивалась корреляционная связь данных измерений объемов, диаметров, длины окружности и площади поперечного сечения относительно, а также взаимосвязь с результатами ремоделирования отдельно для каждого уровня измерения диаметра аорты без учета данных предоперационной КТА. Таким образом, в анализ были включены 183 сравнимых параметров, а также 111 результатов оценки ремоделирования аорты по данным измерений объемов, длины окружности, площади поперечного сечения и среднего диаметра в каждом измеряемом сегменте.

С целью проверки гипотезы о наличии статистических связей между результатами ремоделирования полученные при анализе объемов, диаметров, длины окружности и площади поперечного сечения аорты применялся метод таблиц сопряженности с использованием точного теста Фишера или критерия согласия Пирсона. Результаты ремоделирования аорты, полученные при анализе измерений объемов, были взяты за истинно верные значения. За 1 принимались значения характеризующие отрицательное ремоделирование аорты, 0 – положительное или стабильное ремоделирование.

Согласно полученным данным при сравнении результатов изменений объемов и средних диаметров аорты, измеряемым на разных уровнях, истинно положительные значения были классифицированы правильно в 15 случаях, ложно положительные – 7 случаях, ложно отрицательные – 30 случаях, а истинно отрицательные – в 59 случаях. Таким образом, чувствительность метода измерения средних диаметров аорты (общего и истинного просветов) для выявления отрицательного ремоделирования составляет 33% ( $p = 0,003$ ) по сравнению с измерениями объемов, при этом специфичность метода составила 89% (Таблица 4).

Таблица 4 – Сравнительный анализ ремоделирования аорты по данным измерений средних диаметров и объемов

Сравниваемые параметры		Ремоделирование аорты по данным измерений средних диаметров		Всего
		Положительное или стабильное	Отрицательное	
Ремоделирование аорты по данным измерения объемов	Положительное или стабильное	59	7	66
	Отрицательное	30	15	45
Всего		89	22	111

При сравнении результатов изменений объемов и длины окружности аорты, измеряемой на разных уровнях, истинно положительные значения были классифицированы правильно в 17 случаях, ложно положительные – 7 случаях, ложно отрицательные – 59 случаях, а истинно отрицательные – в 28 случаях. Таким образом чувствительность метода измерения длины окружности аорты (общего и истинного просветов) для выявления отрицательного ремоделирования составляет 38% ( $p = 0,001$ ) по сравнению с измерениями объемов, при этом специфичность метода составила 89% (Таблица 5).

Таблица 5 – Сравнительный анализ ремоделирования аорты по данным измерений длины окружности и объемов

Сравниваемые параметры		Ремоделирование аорты по данным измерений длины окружности		Всего
		Положительное или стабильное	Отрицательное	
Ремоделирование аорты по данным измерения объемов	Положительное или стабильное	59	7	66
	Отрицательное	28	17	45
Всего		87	24	111

Анализ результатов изменений объемов и площадей поперечного сечения, аорты измеряемых на разных уровнях, истинно положительные значения были классифицированы правильно в 29 случаях, ложно положительные – 17 случаях, ложно отрицательные – 16 случаях, а истинно отрицательные – в 49 случаях. Таким образом чувствительность метода измерения площади поперечного сечения аорты (общего и истинного просветов) для выявления отрицательного ремоделирования составляет 64% ( $p < 0,001$ ) по сравнению с измерениями объемов, при этом специфичность метода составила 74% (Таблица 6).

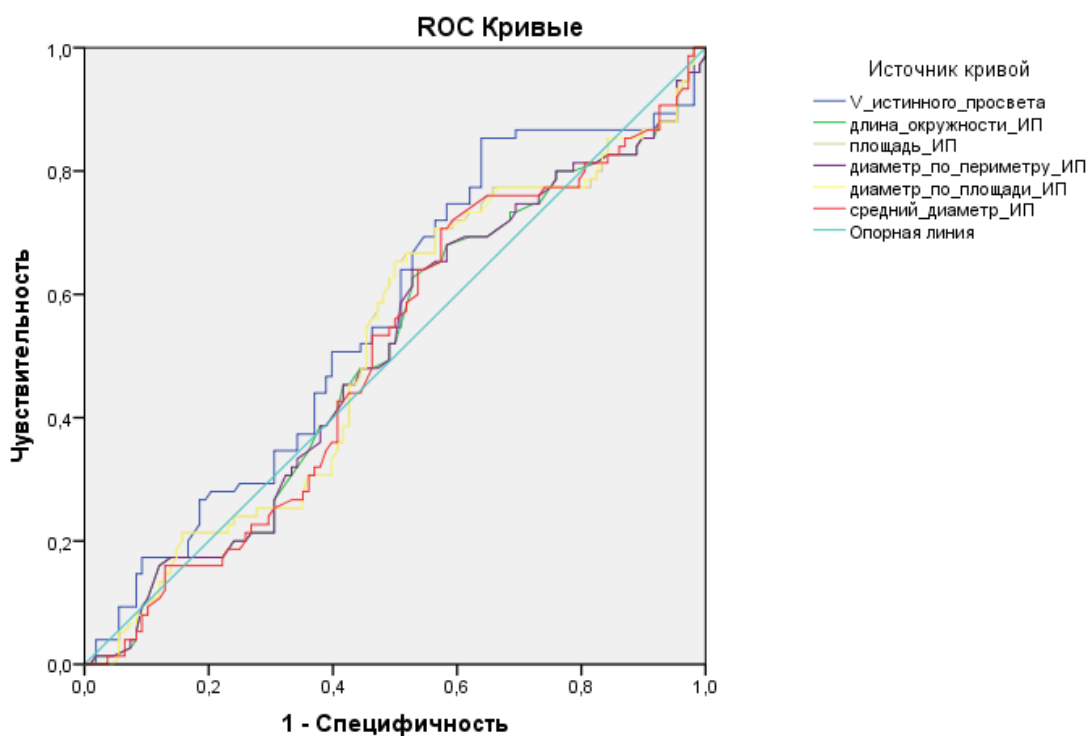
Таблица 6 – Сравнительный анализ ремоделирования аорты по данным измерений площади поперечного сечения и объемов

Сравниваемые параметры		Ремоделирование аорты по данным измерений площади поперечного сечения		Всего
		Положительное или стабильное	Отрицательное	
Ремоделирование аорты по данным измерения объемов	Положительное или стабильное	49	17	66
	Отрицательное	16	29	45
Всего		65	46	111



Для построения ROC-кривых были использованы измерения, полученные при измерении диаметров, длины окружности, площади поперечного сечения, объемов истинного и ложного просветов аорты по данным КТА выполненных в послеоперационном периоде. Данные КТА перед операцией не учитывались, поскольку оценка ремоделирования аорты определялись только на втором и последующих исследованиях.

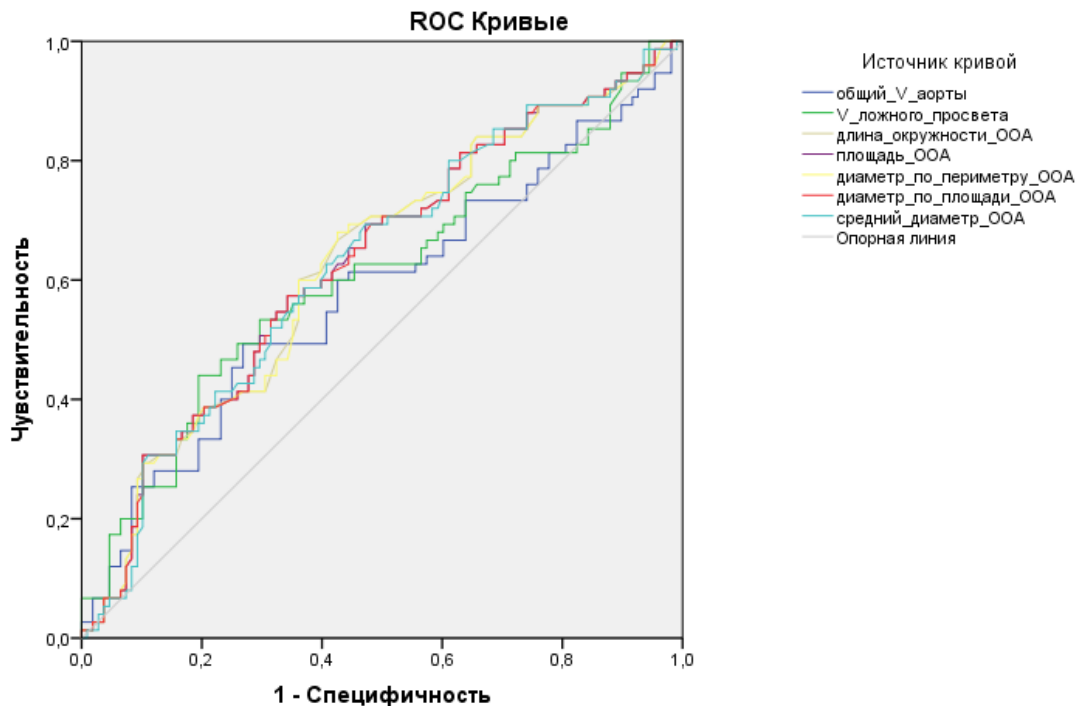
Площадь под ROC-кривой графика, соответствующего измерениям объема истинного просвета аорты, составила 56% (ДИ 95%: 47,5-64,5), для измерений длины окружности ИП 50,3% (ДИ 95%: 41,7-58,8), для площади поперечного сечения ИП 51,6% (ДИ 95%: 43-60,2), для диаметра, рассчитанного по длине окружности 50,4% (ДИ 95%: 41,8-58,9), для диаметра, рассчитанного по площади поперечного сечения 51,6% (ДИ 95%: 43-60,2), для среднего диаметра 50,4% (ДИ 95%: 41,9-58,9) (Рисунок 14).



Диагональные сегменты, сгенерированные связями.

Рисунок 14 – ROC-кривая показателей измерения диаметров, длины окружности, площади поперечного сечения, объемов истинного просвета аорты

Также осуществлялось построение ROC-кривых для соответствующих измерений общего размера аорты. Площадь под ROC-кривой графика для общего объема аорты составила 57,8% (ДИ 95%: 49,2-66,5), для объема ложного просвета аорты 60,7% (ДИ 95%: 52,2-69,2), для длины окружности всей аорты 62,7% (ДИ 95%: 54,4-71), для площади поперечного сечения всей аорты 62,9% (ДИ 95%: 54,7-71,2), для диаметра, рассчитанного по длине окружности всей аорты 62,7% (ДИ 95%: 54,5-71), для диаметра, рассчитанного по площади поперечного сечения всей аорты 62,9% (ДИ 95%: 54,6-71,1), для среднего диаметра всей аорты 62,8% (ДИ 95%: 54,5-71) (Рисунок 15).



Диагональные сегменты, сгенерированные связями.

Рисунок 15 – ROC-кривая показателей измерения диаметров, длины окружности, площади поперечного сечения всей аорты, объемов ложного просвета и всей аорты

Средняя площадь под ROC-кривой для измерений истинного просвета аорты составила 51% [50,4; 51,6], для всей аорты 62,7% [61,7; 62,8].

Следующим этапом анализировались данные отклонений измерений диаметров, длины окружности, площади поперечного сечения, объемов истинного

и ложного просветов аорты, как разность данных предоперационных КТА и данных текущего исследования. Каждое отклонение рассчитывалось относительно предыдущего исследования.

Площадь под ROC-кривой графика, соответствующего отклонениям объема истинного просвета аорты, составила 46,5% (ДИ 95%: 37,5-55,5), для измерений длины окружности ИП 48,4% (ДИ 95%: 39,7-57), для площади поперечного сечения ИП 42,9% (ДИ 95%: 34,3-51,6), для диаметра, рассчитанного по длине окружности 48,4% (ДИ 95%: 39,7-57), для диаметра, рассчитанного по площади поперечного сечения 42% (ДИ 95%: 33,3-50,6), для среднего диаметра 42% (ДИ 95%: 33,5-50,5) (Рисунок 16).

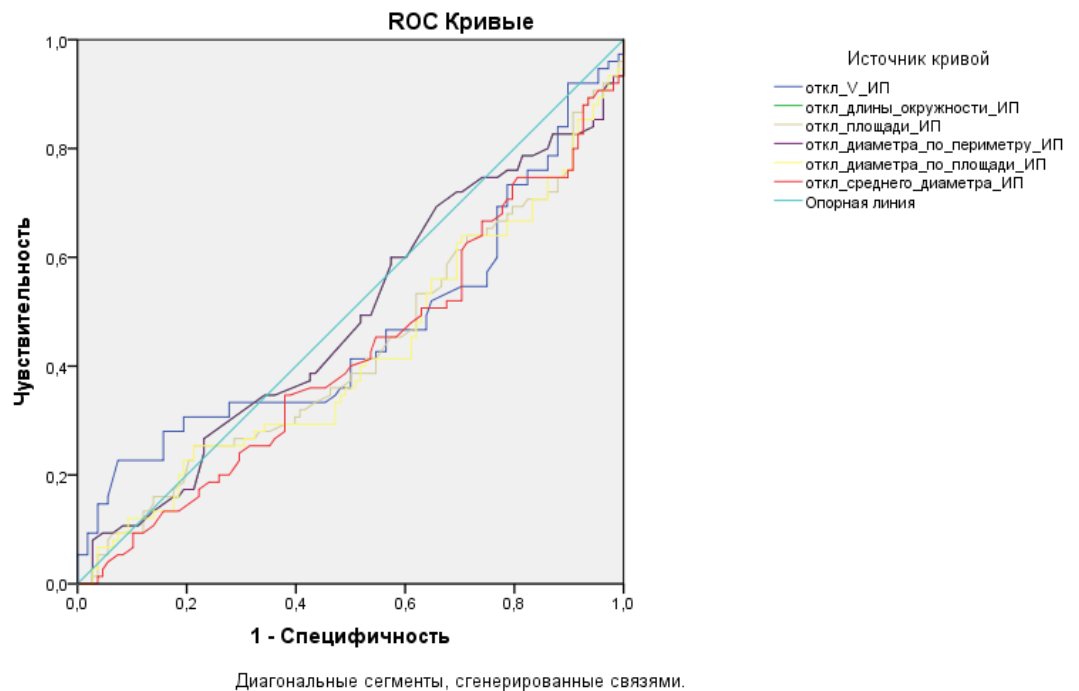


Рисунок 16 – ROC-кривая показателей отклонений диаметров, длины окружности, площади поперечного сечения, объемов истинного просвета аорты

Площадь под ROC-кривой графика для отклонений общего объема аорты составила 89,9% (ДИ 95%: 85-94,7), объема ложного просвета аорты 90% (ДИ 95%: 85,5-94,6), длины окружности всей аорты 68,5% (ДИ 95%: 60,5-76,5), площади поперечного сечения всей аорты 71,4% (ДИ 95%: 63,5-79,3), диаметра, рассчитанного по длине окружности всей аорты 68,5% (ДИ 95%: 60,5-76,5),

диаметра, рассчитанного по площади поперечного сечения всей аорты 72% (ДИ 95%: 64,2-79,8), для среднего диаметра всей аорты 72,2% (ДИ 95%: 64,5-79,9) (Рисунок 17).

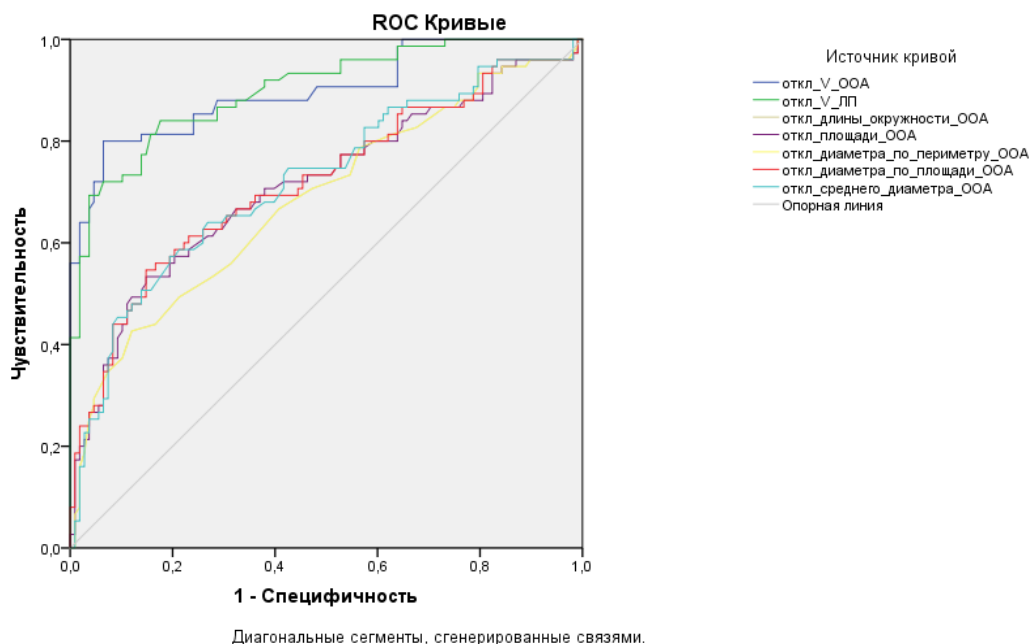


Рисунок 17 – ROC-кривая показателей измерений отклонений диаметров, длины окружности, площади поперечного сечения всей аорты, объемов ложного просвета и всей аорты

Средняя площадь под ROC-кривой для измерений истинного просвета аорты составила 44,7% [42,2; 47,9], для всей аорты 72% [69,9; 81].

При анализе отклонений результатов измерений методом логистической регрессии были рассчитаны модели для отклонений объемов истинного просвета аорты, общего объема аорты, диаметров, площади поперечного сечения и длины окружности ИП и ООА. Далее методом таблиц сопряжения построенные модели сравнивались с результатами оценки ремоделирования. Изучено сопряжение ремоделирования аорты и отклонений измерений объемов истинного просвета аорты (Таблица 7).

Таблица 7 – Таблица сопряженности ремоделирования аорты и отклонений измерений объемов истинного просвета

Сравниваемые параметры		Отклонения объема истинного просвета аорты		Всего
		Положительное или стабильное	Отрицательное	
Ремоделирование аорты по данным измерения объемов	Положительное или стабильное	87	21	66
	Отрицательное	54	21	45
Всего		141	42	183

Чувствительность оценки отклонений объемов истинного просвета аорты в выявлении отрицательного ремоделирования составила 28%, специфичность – 80,5%.

Результаты сопряжения ремоделирования аорты и отклонений измерений общих объемов аорты представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Таблица сопряженности ремоделирования аорты и отклонений измерений общих объемов

Сравниваемые параметры		Отклонения общего объема аорты		Всего
		Положительное или стабильное	Отрицательное	
Ремоделирование аорты по данным измерения объемов	Положительное или стабильное	58	50	108
	Отрицательное	9	66	75
Всего		67	116	183

Чувствительность оценки отклонений общих объемов аорты в выявлении отрицательного ремоделирования составила 88%, специфичность – 53,7%.

Результаты сопряжения ремоделирования аорты и отклонений измерений средних диаметров истинного просвета аорты представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Таблица сопряженности ремоделирования аорты и отклонений измерений среднего диаметра истинного просвета

Сравниваемые параметры		Отклонения среднего диаметра истинного просвета аорты		Всего
		Положительное или стабильное	Отрицательное	
Ремоделирование аорты по данным измерения объемов	Положительное или стабильное	34	74	108
	Отрицательное	19	56	75
Всего		53	130	183

Чувствительность оценки отклонений средних диаметров истинного просвета аорты в выявлении отрицательного ремоделирования составила 74,6%, специфичность – 31,5%.

Результаты сопряжения ремоделирования аорты и отклонений площади поперечного сечения истинного просвета аорты представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Таблица сопряженности ремоделирования аорты и отклонений измерений площади поперечного сечения истинного просвета

Сравниваемые параметры		Отклонения площади поперечного сечения истинного просвета аорты		Всего
		Положительное или стабильное	Отрицательное	
Ремоделирование аорты по данным измерения объемов	Положительное или стабильное	25	83	108
	Отрицательное	19	56	75
Всего		44	139	183

Чувствительность оценки отклонений площади поперечного сечения истинного просвета аорты в выявлении отрицательного ремоделирования составила 74,6%, специфичность – 23%.

Результаты сопряжения ремоделирования аорты и отклонений длины окружности истинного просвета аорты представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Таблица сопряженности ремоделирования аорты и отклонений измерений длины окружности истинного просвета

Сравниваемые параметры		Отклонения длины окружности истинного просвета аорты		Всего
		Положительное или стабильное	Отрицательное	
Ремоделирование аорты по данным измерения объемов	Положительное или стабильное	25	83	108
	Отрицательное	20	55	75
Всего		45	138	183

Чувствительность оценки отклонений длины окружности истинного просвета аорты в выявлении отрицательного ремоделирования составила 73,3%, специфичность – 23%.

Результаты сопряжения ремоделирования аорты и отклонений среднего диаметра всей аорты представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Таблица сопряженности ремоделирования аорты и отклонений измерений среднего диаметра всей аорты

Сравниваемые параметры		Отклонения среднего диаметра всей аорты		Всего
		Положительное или стабильное	Отрицательное	
Ремоделирование аорты по данным измерения объемов	Положительное или стабильное	51	57	108
	Отрицательное	19	56	75
Всего		70	113	183

Чувствительность оценки отклонений для среднего диаметра всей аорты в выявлении отрицательного ремоделирования составила 74,6%, специфичность – 47%.

Результаты сопряжения ремоделирования аорты и отклонений площади поперечного сечения всей аорты представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Таблица сопряженности ремоделирования аорты и отклонений измерений площади поперечного сечения всей аорты

Сравниваемые параметры		Отклонения площади поперечного сечения всей аорты		Всего
		Положительное или стабильное	Отрицательное	
Ремоделирование аорты по данным измерения объемов	Положительное или стабильное	52	56	108
	Отрицательное	19	56	75
Всего		71	112	183

Чувствительность оценки отклонений для площади поперечного сечения всей аорты в выявлении отрицательного ремоделирования составила 74,6%, специфичность – 48%.

Результаты сопряжения ремоделирования аорты и отклонений длины окружности всей аорты представлены в таблице 14.



Таблица 14 – Таблица сопряженности ремоделирования аорты и отклонений измерений длины окружности всей аорты

Сравниваемые параметры		Отклонения длины окружности всей аорты		Всего
		Положительное или стабильное	Отрицательное	
Ремоделирование аорты по данным измерения объемов	Положительное или стабильное	49	59	108
	Отрицательное	20	55	75
Всего		69	114	183

Чувствительность оценки отклонений для длины окружности всей аорты в выявлении отрицательного ремоделирования составила 73,3%, специфичность – 45%.

Значения чувствительности, специфичности и уровень их достоверности приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Сравнение и специфичности методик измерений аорты для выявления отрицательного ремоделирования

Сравниваемые измерения аорты	Чувствительность	Специфичность	p
Объем ИП	28%	80,6%	0,770
Объем ООА	88%	53,7%	0,001
Диаметр ИП	74,7%	31,5%	0,241
Площадь поперечного сечения ИП	74,7%	23,1%	0,473
Длина окружности ИП	73,3%	23,1%	0,669
Диаметр ООА	74,7%	47,2%	0,467
Площадь поперечного сечения ООА	74,7%	48,1%	0,014
Длина окружности ООА	73,3%	45,3%	0,003

Наибольшей чувствительностью для выявления отрицательного ремоделирования аорты обладает методика измерения общего объема аорты равной 88%.

Измерения длины окружности и площади поперечного сечения также могут применяться, хотя и обладают более низкой чувствительностью, тем не менее модели, построенные на основе этих измерений, обладают высокой статистической значимостью. Это подтверждает гипотезу, что чем сложнее методика измерения, тем точнее полученные данные, поскольку методика измерения объемов дает представление о геометрии аорты, вне зависимости от ее формы и наличия изгибов.

Предлагаемая методика измерения объемов может являться дополнением к традиционным методикам измерения аорты, с целью уточнения показаний к оперативному вмешательству в тех случаях, когда эти измерения поперечных размеров не дают полного представления о динамике изменений.

Из проведенного анализа также следует, что измерение геометрии истинного просвета аорты не позволяет выявить возможные предикторы отрицательного ремоделирования аорты. Сравнивая измерения объемов ИП с измерениями диаметров, длины окружности и площади поперечного сечения аорты, можно отметить, что эти методики измерения обладают низкой чувствительностью во всех случаях и не являются статистически значимыми.

## ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проблема оценки ремоделирования аорты при динамическом наблюдении за пациентами после хирургического лечения хронического расслоения по данным компьютерно-томографической ангиографии в настоящий момент пока не нашла своего решения. Существующие ограничения и несовершенство методики измерения диаметров аорты приводят к поздней диагностике уже свершившихся осложнений, поэтому имеется потребность в поиске новых методик измерений для точного подбора размера протеза и выявления предикторов осложнений.

Такое осложнение как дистальный стент-индуцированный разрыв интимы активно обсуждается в последнее время, из-за появления среднесрочных и отдаленных результатов эндоваскулярного лечения и «замороженного хобота слона». К факторам риска его развития относят хроническое расслоение аорты, поскольку при этой патологии после имплантации протеза интима по истечению времени становится более ригидной и более склонной к надрыву (Hughes G. C., 2019). Однако наиболее важным фактором риска для развития надрыва интимы считается больший размер дистального конца протеза по отношению к размеру истинного просвета. При расслоении аорты истинный просвет может деформироваться и принимать полулунную форму за счет сдавления ложным просветом, что создает сложности при подборе размера протеза.

Не стоит забывать и о механизме пружинящего эффекта у самораскрывающихся стентов, стремящихся принять исходную продольную прямую форму при раскрытии в условиях нелинейного расположения грудной аорты. Данный эффект особенно выражен у протезов с наличием продольных проволок в каркасе, за счет которого усиливается его продольная жесткость, способствующая развитию стент-индуцированного разрыва интимы при расслоениях (Li Q., 2015). С подобными проблемами столкнулись специалисты г. Эссен, где до разработки гибридного протеза Evita open, активно применялся торакальный протез (Talent, Medtronic) для выполнения методики «замороженный хобот слона». При таком

подходе количество осложнений в виде разрывов аорты и эндоликов в послеоперационном периоде достигало 50% (Tsagakis, K., 2019). Q. Li и соавторы отметили, что длина протеза менее 145 мм увеличивает риск возникновения стент-индуцированного разрыва интимы за счет развития эффекта рычага при котором усиливается сила пружинящего эффекта.

Это осложнение может развиваться через любое время после оперативного вмешательства, так как отсутствуют четкие временные границы для его развития. С учетом этого, при построении прогноза необходимо учитывать длину протеза, его продольную жесткость, а также вычисляемую степень его раскрытия, которая лучше демонстрируется при вычислении объемов истинного просвета на уровне имплантируемого эндопротеза в сравнении со стандартными измерениями диаметров.

При остром расслоении аорты размер эндопротеза подбирают как диаметр истинного просвета аорты +10% или диаметр всей аорты на уровне предполагаемой имплантации дистального конца. При хроническом расслоении, стенка интимы с течением времени становится более ригидной и склонной к разрывам, поэтому в всех случаях размер эндопротеза должен подбираться исходя только из диаметра истинного просвета. Из-за неправильной формы, которую приобретает истинный просвет аорты, процесс измерения диаметра становится крайне затруднительным. В третьей главе был рассмотрен клинический случай демонстрирующий отрицательное ремоделирование аорты, которое привело к развитию дистального стент-индуцированного разрыва интимы. Возможной причиной развития этого осложнения послужил неправильно подобранный диаметр протеза равный 24 мм. В отдаленном послеоперационном периоде оценка степени раскрытия протеза составила 82%, что указывает на сохранение радиальной силы, которая оказывает давление на стенку аорты. В случае подбора протеза аналогичной длины и диаметром 22 мм, степень его раскрытия составила бы 97%.

Анализ измерения диаметров на уровне дистального конца имплантируемого протеза показал, что наиболее близким значением оказался диаметр,

рассчитанный по длине окружности, в то время как диаметры, рассчитанные по площади поперечного сечения и объему, занижали результат, а максимальный диаметр завышал.

Этот вывод согласуется с рекомендациями Э.Р. Чарчян и соавторов (2021) по выбору размера эндопротеза. Применение протезов, превышающих диаметр истинного просвета аорты может спровоцировать возникновения новых фенестрации у дистального конца, в то время как протез меньшего диаметра не может обеспечить адекватного прилегания к стенке. В настоящий момент нет информации об исследованиях, которые бы сравнивали методики выбора размера эндопротеза с отдаленными результатами хирургического лечения. Поскольку дистальный стент-индуцированный разрыв интимы может развиваться не только в раннем послеоперационном периоде, но и через несколько лет, имеется необходимость дальнейшего изучения особенностей развития этого осложнения и проблем, связанных с выбором размера имплантируемого протеза. В данном исследовании впервые были проанализированы данные исследований пациентов в отдаленном послеоперационном периоде, где средний период наблюдения составил 3,5 года, в то время как в большинстве опубликованных исследований период наблюдения ограничивался 1 или 2 годами.

Методика измерения объема аорты впервые была применена В.В Czermak и соавторами (2001), которые использовали ее для оценки ремоделирования аневризм брюшной аорты в послеоперационном периоде. Позднее группой исследователей из Канады была доказана воспроизводимость методики сегментации при расчете объема аневризмы брюшной аорты, где не было выявлено существенной разницы между расчетами опытного специалиста и студентами (Kauffmann С., 2012). Кроме того, авторы установили, что метод объемного расчета брюшной аорты значительно точнее классического метода измерения диаметров ( $p < 0,0001$ ).

Оценка степени раскрытия эндопротеза возможна при проведении измерений диаметров и объемов аорты в сегменте А. Стоит отметить, что в большинстве случаев тромбированных ложный просвет аорты приводит к

деформации протеза, а соответственно для более точного определения его раскрытия необходимо проводить измерения диаметров на нескольких уровнях, в то время, как измерение объема позволяет охватить сегмент аорты на всем его протяжении.

В нашем исследовании была впервые проведена оценка степени раскрытия эндопротеза по данным измерениям диаметров на уровне его дистального конца с измерениями объемов истинного просвета в сегменте А. Согласно полученным данным, процент раскрытия протезов составил через 1 год после операции 85 % [81; 88], 92% [79; 97], 85% [79; 89] для средних диаметров, длины окружности и площади поперечного сечения истинного просвета аорты соответственно. В то время, как анализ измерений объемов показал, что степень раскрытия протеза не превышал 72% [67,7; 82,3]. Такое различие объясняется сохранением деформации истинного просвета аорты тромбированным ложным просветом после закрытия в него притока крови, при этом протез может приобретать форму песочных часов. Завышенные результаты степени раскрытия эндопротеза по данным измерений диаметров могут дать ложноположительный результат и уменьшить настороженность относительно послеоперационных осложнений у конкретного пациента. Поэтому следует рекомендовать проводить измерения объемов истинного просвета аорты в сегменте А для оценки степени раскрытия эндопротеза.

Применение волюмометрии для этих целей представляется более перспективной методикой, позволяющей предоставлять более детальную информацию, не только о ремоделировании аорты и степени раскрытия аорты, но и о проценте тромбоза ложного просвета. Динамика изменений объемов тромбоза ложного просвета аорты также является одним из критериев оценки течения заболевания.

Сравнительный анализ измерений диаметров, длины окружности и площади поперечного сечения на различных уровнях с измерениями объемов демонстрирует большую чувствительность последнего в оценке ремоделирования аорты. В нашем исследовании увеличение общего объема аорты стало одним из основных предикторов отрицательного ее ремоделирования, чувствительность метода

составляет 88% ( $p = 0,001$ ), в то время как чувствительность измерения объема истинного просвета не превышает 28%. Это объясняется неизменяемым состоянием истинного просвета аорты после установки эндопротеза, в то время как объем ложного просвета может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от гемодинамики, которая может привести или к увеличению притока крови в просвет или к его облитерации. Измерение длины окружности и площади поперечного сечения всей аорты на различных уровнях также могут применяться для выявления отрицательного ремоделирования. Чувствительность этих методов ниже измерений объемов и соответствуют 74,7% ( $p = 0,014$ ) и 73,3% ( $p = 0,003$ ) соответственно. При проведении этих измерений оценивается вся аорта на одном поперечном срезе, что также может являться важным критерием в выявлении аневризматической трансформации торакоабдоминального отдела.

Высокая чувствительность показателей волюмометрии всей аорты указывает на необходимость проведения этого измерения, как основного предиктора отрицательного ремоделирования.

Аналогичные результаты не противоречат исследованию, проведенному Gaudry M. и соавторами, где было доказано преимущество измерения объема аорты в сравнении с диаметром. Согласно их данным достоверное увеличение общего объема аорты ( $p < 0,01$ ) было значительно выше в группе пациентов, которые подверглись повторным хирургическим вмешательствам, связанных с аневризматической трансформацией нисходящей отдела. Однако их исследование ограничивалось оценкой компьютерно-томографической ангиографии только грудного отдела аорты. В этой связи преимуществом данного проведенного исследования является оценка ремоделирования аорты на всем ее протяжении. Вместе с этими авторами было использовано персонализированное программное обеспечение для измерения объемов, что также является ограничением, поскольку результаты измерений могут не совпадать с результатами измерений в других медицинских программных продуктах, поставляемых с оборудованием. В данном исследовании также удалось впервые провести последовательное сравнение более простых методик измерений аорты с технически сложными и трудоемкими.

Важно отметить, что наибольшей информативностью и прогностической значимостью в выявлении отрицательного моделирования аорты оказалась не только методика волюмометрии, но и измерение длины окружности и площади поперечного сечения где, чувствительность методик измерений оставила 88% ( $p = 0,001$ ), 74,7% ( $p = 0,014$ ) и 73,3% ( $p = 0,003$ ) соответственно.

Впервые в Российской Федерации была описана практическая значимость разделения аорты на три сегмента, которая включает в себя поэтапную оценку ремоделирования на уровне хирургического вмешательства, в супраренальном и инфраренальном отделах аорты. Такое разделение позволяет избежать получения ложно положительного ремоделирования в случаях, когда происходит уменьшение размеров ложного просвета на уровне имплантируемого эндопротеза с одновременным его увеличением в дистальных отделах. Поскольку подобная ситуация может являться показанием для повторного вмешательства в абдоминальном отделе, то суммарные результаты оценки изменений аорты на всем ее протяжении должны или дополняться измерениями диаметров, или оцениваться отдельно для каждого сегмента (Stanley G.A., 2011; Wan Ab Naim W.N., 2021; Usai M.V., 2021).

Внедрение в практику подходов и методик технически сложных, но также наиболее точных измерений анатомических структур позволяет не только проводить оценку динамики изменений, но помогает при планировании хирургических вмешательств.

Одним из современных методов предоперационной подготовки при лечении расслоения аорты является построение трехмерных моделей с последующей их 3D-печатью из мягких полимеров. Для их создания на сегодняшний день используются данные КТА, выполненные по клиническим показаниям, поскольку они обладают хорошим пространственным разрешением и возможностью реконструировать изображения в различных плоскостях при сохранении высокого качества изображений. Целесообразность использования этих моделей на этапе предоперационной подготовки объясняется возможностью установки эндопротеза непосредственно в распечатанную модель аорты с расслоением с последующей



оценкой степени его раскрытия и деформации. Это позволяет подобрать размер протеза как по диаметру, так и по длине, без проведения дополнительных измерений. Сложность процедуры 3D-моделирования заключается в необходимости не только уметь правильно провести КТ-сканирование пациента, но и выбрать правильную фазу сердечного цикла, где будут отсутствовать артефакты не только от сокращений сердца, но и от движения отслоенной интимы. Овладение навыками использования программных обеспечений, которые применяются при 3D-моделировании, также может стать одной из проблем внедрения технологии в повседневную практику. Имеется необходимость для определения, кто из специалистов принимающих участие в диагностике и лечение пациентов должен осуществлять создание и печать моделей аорты. Еще одной важной проблемой в применении данной технологии может стать выбор материала, который будет использован при печати модели, поскольку он должен обладать теми же физическими свойствами, что и измененная стенка аорты. Также материал должен быть прозрачным, что необходимо для наглядной визуализации степени раскрытия эндопротеза в эксперименте.

Таким образом, благодаря возможности получения наиболее точной информации о размерах аорты, предлагаемая методика измерения объемов аорты позволит проводить достоверную оценку ее ремоделирования. Выявленные предикторы позволят заблаговременно спланировать тактику ведения пациентов с хроническим расслоением аорты, не дожидаясь аортосвязанных событий. Проводимая оценка степени раскрытия эндопротеза и тромбоза ложного просвета аорты, позволят в раннем операционном периоде определиться с необходимостью повторного хирургического вмешательства, прежде чем пациент уйдет на амбулаторное наблюдение. Следует развивать и совершенствовать предложенную методику с целью разработки новых приложений, позволяющих осуществлять оценку динамики с минимальными затратами времени на их обработку, с элементами программного обучения для более широкого внедрения в клиническую практику.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние годы наряду с широким внедрением в практическую медицину новых технологий, программных обеспечений, способствующих увеличению объема обрабатываемой информации, ускорению процессов статистического анализа, направленных на построение прогноза течения заболевания, развиваются и новые методики обработки данных инструментальных методов диагностики. Объемные измерения анатомических структур являются наиболее точной величиной, отражающей их размеры вне зависимости от формы. Эти факторы позволили врачам лучевой диагностики открыть новое направление в оценке состояния органа или организма в целом не только в рамках одного проведенного исследования, но и в динамике. Такой подход нашел свое применение в области онкологии, где оценка объема опухолевой ткани является одним из главных критериев результата проводимой терапии.

В большинстве программных обеспечения предоставляемых вместе с диагностическим оборудованием уже имеются функции оценки объемов, выделенных оператором анатомических структур. Недостатком таких программных обеспечений является неправильное автоматическое выделение границ измеряемых структур. Это является основным ограничением применения такой методики, поскольку требует коррекции со стороны врача-рентгенолога, что значительно увеличивает время на обработку данных исследования. Широкое внедрение в практику объемной методики способствует развитию и совершенствованию программных обеспечений, их обучению сегментации анатомических структур с точностью сравнимой с измерениями врача-рентгенолога.

Пациенты с хроническим расслоением аорты после хирургического лечения нуждаются в динамическом наблюдении. Настоящая методика измерения диаметров аорты в некоторых случаях не может достоверно отразить изменения в виде неравно-мерного расширения просветов аорты, их деформации. Эти данные необходимо дополнять измерениями объемов истинного и ложного просветов

аорты, а соответственно провести оценку степени тромбоза ЛП, степени раскрытия эндопротеза, тем самым предоставив важную клинико-диагностическую информацию.

Измерение объема при аневризмах инфраренального отдела аорты уже применяется при динамическом наблюдении за пациентами с аневризмами малых размеров. Было доказана эффективность ее использования для выявления признаков ее роста, вне зависимости от опыта врача-рентгенолога, проводившего измерения.

Таким образом измерение объемов аорты может быть использовано в качестве самостоятельной или дополняющей методики, позволяющей провести оценку результата хирургического лечения и выявить предикторы отрицательного ремоделирования аорты.

## ВЫВОДЫ

1. Разработанная методика расчета объемов аорты по данным КТ-ангиографии у пациентов с хроническим расслоением аорты обладает наибольшей чувствительностью (88%;  $p < 0,01$ ) для выявления предикторов отрицательного ремоделирования аорты по сравнению с измерениями диаметров аорты на различных уровнях. Разделение аорты на три сегмента в ходе расчетов позволяет проводить оценку грудного и брюшного отделов аорты отдельно, детализировать их и избежать ложноположительных результатов ремоделирования аорты.

2. Подбор эндопротеза по длине окружности является преимущественным по сравнению с классическим и с подбором по объему. Вычисление диаметра по данным измерения объемов и площади поперечного сечения занижают результат по причине сдавления и деформации истинного просвета аорты, в то время как диаметры, рассчитанные по длине окружности наиболее приближены к диаметру истинного просвета в послеоперационном периоде.

3. Отмечено формирование развития дистального разрыва интимы в послеоперационном периоде при эндопротезировании аорты протезом, превышающим диаметр истинного просвета аорты. Прогностическим предикторным признаком дилатации аорты является сохраняющийся кровоток в ложном просвете аорты в сегментах В и С с последующим увеличением его размеров.

4. Клинико-диагностическая значимость методики расчётов объемов аорты при хроническом расслоении заключается в возможности проводить более детальную оценку ее ремоделирования, степени тромбоза ложного просвета и степень раскрытия эндопротеза в сравнении с измерениями диаметров ( $p < 0,01$ ), в особенности при выраженной извитости аорты и деформации истинного просвета.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Область сканирования при расслоении аорты I или III типа по ДеБейки должна охватывать ее на всем протяжении, в случаях, когда необходимо проведение сканирования только грудного или брюшного отделов аорты, принятие решения должно осуществляться консилиумом, в состав которого должны входить врач-сердечно-сосудистый хирург, врач-кардиолог и врач-рентгенолог.

2. Фазы сканирования в случаях необходимости оценки объема функционирующего ложного просвета может понадобиться сканирование в венозную фазу, а для исключения интрамуральной гематомы в нативную, в остальных случаях – только в артериальную фазу.

3. Важным аспектом в интерпретации полученных результатов является стандартизация проведения измерений. Должны быть четко определены границы каждого сегмента аорты, должен осуществляться контроль их протяженности, для оценки ремоделирования в сегментах А и В данные предоперационного и послеоперационного обследования должны быть сопоставлены.

4. Для правильной оценки степени раскрытия эндопротеза необходимо рассчитывать его объем, поскольку измерение диаметров могут дать ложный результат из-за его деформации.

5. Оценка тромбоза ложного просвета аорты может проводиться только при достаточном контрастировании его функционирующей части.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Перспективы дальнейшей разработки темы заключаются в разработке унифицированного программного обеспечения с элементами глубокого программирования и машинного обучения, позволяющего проводить не только сегментацию интересующих анатомических структур и проведения анализа различных измерений, но и проведения автоматического сравнения с данными предыдущих исследований.

Применение автоматического анализа данных инструментальных исследований позволит достичь единообразия в оценке ремоделирования аорты, исключить ошибку человеческого фактора.

Разработка и внедрение новых программных обеспечений с функцией автоматической сегментации и выделения просветов аорты, а также одномоментным сравнением нескольких наборов данных с оценкой динамики, позволит снизить нагрузку на врачей лучевой диагностики.

Совершенствование и разработка новых проколов сканирования при проведении МРТ аорты позволит проводить исследование с применением синхронизации по пульсу без ЭКГ- синхронизации, что позволит внедрить и широко распространить подобное исследование во многие неспециализированные учреждения, тем самым снизить лучевую нагрузку на пациента уменьшив число КТА.

Совершенствование имеющегося программного обеспечения для 3D-моделирования, а также усиление значимости 3D-печати при планировании хирургического лечения позволит подбирать размеры эндопротезов в зависимости от анатомических особенностей расслоенной аорты для каждого пациента индивидуально.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. "Сверхбыстрая" МСКТ-аортография: реальность и перспектива / В.В. Ховрин, Т. Н. Галян, М. В. Малахова [и др.] // Медицинская визуализация. – 2017. – Т. 21, № 4. – С. 33-40.
2. Апрегуляция микроРНК 23А-3Р, 146А-5Р И 150А-5Р как возможный диагностический маркер нестабильной стенокардии у пациентов с аневризмой грудной аорты / Э. А. Нго Билонг, А. Н. Рожков, Ю. О. Митина [и др.] // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2022. – Т. 15, № 4. – С. 385-392.
3. Архипова С. В. Сравнительный анализ заболеваемости населения Российской Федерации и Самарской области / С. В. Архипова, С. И. Двойников, И. А. Мунтян // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. – 2022. – № 4. – С. 391-406.
4. Басек, И. В. Мультиспиральная компьютерно-томографическая ангиография в диагностике аневризм аорты / И. В. Басек, В. Е. Савелло, Н. М. Дулаева // Трансляционная медицина. – 2005. – Т. 3, № 1. – С. 39.
5. Белов, Ю.В. Диагностика аневризм торакоабдоминального отдела аорты / Ю.В. Белов, Ф.Ф. Хамитов // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 2001. – № 3. – С. 72-77.
6. Варианты снижения лучевой и йодной нагрузки при МСКТ-аортографии перед хирургическим вмешательством на аорте и аортальном клапане / М. В. Малахова, Т. Н. Галян, А. В. Ховрина [и др.] // Медицинская визуализация. – 2022. – Т. 26, № 2. – С. 81-90.
7. Возможности внутрисосудистого ультразвукового исследования с использованием катетерного датчика с фазированной решеткой в диагностике и лечении расслоения аорты / И. М. Гольдина, Е. Ю. Трофимова, Л. С. Коков [и др.] // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2016. – № 1. – С. 78-89.
8. Выбор оптимальной тактики лечения пациентов с расслоением нисходящей аорты / В. В. Соколов, Н. В. Рубцов, А. В. Редкобородый [и др.] // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2019. – Т. 25, № 1. – С. 115-119.

9. Диагностика и эндоваскулярное лечение пациентов с острыми кровотечениями / М. А. Киселев, С. А. Платонов, А. А. Поликарпов [и др.] // Журнал Неотложная хирургия им. И.И. Джанелидзе. – 2021. – № 4(5). – С. 6-10.
10. Диагностическая оценка больных в средне отдаленном периоде после операции по поводу острого расслоения аорты типа А / К. Н. Брович, В. А. Мироненко, С. В. Рычин [и др.] // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания. – 2015. – Т. 16, № S6. – С. 60.
11. Динамическое наблюдение пациента после оперативного лечения расслаивающей аневризмы аорты 3 типа по DeBakey. Клинический случай / И. А. Глушенко, Д. А. Дорошенко, Л. А. Кричевский [и др.] // Стационарозамещающие технологии: Амбулаторная хирургия. – 2016. – № 3-4. – С. 51-55.
12. Железняк, И. С. Направления оптимизации лучевой нагрузки при компьютерной томографии / И. С. Железняк // Военно-медицинский журнал. – 2019. – Т. 340, № 9. – С. 94-96.
13. Значение мультиспиральной компьютерной ангиографии в диагностике осложненных форм аневризм аорты / И.В. Басек, К.А. Андрейчук, Д. В. Карпова [и др.] // Лучевая диагностика и терапия. – 2017. – № 2(8). – С. 96-97.
14. Кадырова М.В. Чреспищеводная эхокардиография: методика, показания, возможности / М. В. Кадырова, М. В. Ильина, П. В. Арбекова, Ю. А. Степанова // Медицинская визуализация. – 2018. – Т. 22, № 2. – С. 25-46.
15. Казанкин, А. С. Мультиспиральная компьютерная томография в диагностике повреждений груди при сочетанной травме / А. С. Казанкин, В. Е. Савелло, А. Н. Костеников. – 2017. – № 2(8). – С. 85.
16. Камалтдинов Р.Р. Амбулаторное ведение пациентов после хирургических операций по поводу острого расслоения аорты типа А / Р. Р. Камалтдинов, Р. В. Ахметзянов, Р. А. Бредихин, Р. К. Джорджикия // Амбулаторная хирургия. – 2022. – Т. 19, № 2. – С. 44-49.
17. Клинические рекомендации. Рекомендации по диагностике и лечению заболеваний аорты (2017). – Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2018. – 11(1). – С. 7-67.



18. Кузьмин, Н. В. Волнометрический анализ аневризматического мешка у пациента с миграцией подвздошных компонентов после эндопротезирования брюшного отдела аорты / Н. В. Кузьмин, Д. В. Тепляков // Эндovasкулярная хирургия. – 2022. – Т. 9, № 2. – С. 199-204.
19. Лучевая диагностика аневризм брюшного отдела аорты / Г.Е. Белозёров, Э.Я. Дубров, Ф.А. Шарифуллин, С.А. Прозоров [и др.] // Вестник рентгенологии и радиологии. – 2002. – № 2. – С. 8-12.
20. Лучевая диагностика острого аортального синдрома брюшной аорты / К. А. Андрейчук, В. Е. Савелло, Н. Р. Черная [и др.] // Материалы конгресса российского общества рентгенологов и радиологов. – Москва: Санкт-Петербургская общественная организация «Человек и его здоровье», 2019. – С. 12-13.
21. Морфометрический анализ по данным мультиспиральной компьютерной томографии у пациентов с расслоением аорты III типа по DeBakey / С. А. Абугов, Ю. М. Саакян, М. В. Пурецкий [и др.] // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2019. – Т. 12, № 4. – С. 273-280.
22. МСКТ-аортография у пациентов до и после одномоментного протезирования восходящей и торакоабдоминальной аорты / М. В. Малахова, В. В. Ховрин, Т. Н. Галян [и др.] // Материалы VII Международного конгресса и школы для врачей «Кардиоторакальная радиология». – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская общественная организация «Человек и его здоровье», 2020. – С. 26-27.
23. Мультиспиральная компьютерная томография в неотложной диагностике расслаивающей аневризмы аорты / В. Е. Савелло, И. В. Басек, К. А. Андрейчук [и др.] // Скорая медицинская помощь. – 2012. – Т. 13, № 3. – С. 31-38.
24. Особенности течения послеоперационного периода у пациентов с расслоением аорты I типа по DeBakey: критерии оценки ремоделирования аорты и факторов риска прогрессирования заболевания / Э. Р. Чарчян, С. А. Абугов, З. Р. Хачатрян [и др.] // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2019. – № 5. – С. 6-17.

25. Оценка диагностической тактики в серии клинических случаев расслаивающей аневризмы аорты с летальным исходом / А. А. Попов, К. В. Архипов, А. К. Абдырахманова [и др.] // International Journal of Medicine and Psychology. – 2020. – Т. 3, № 1. – С. 142-146.

26. Первый опыт применения системы Джумбодис: результаты и перспективы (Часть 1) / Т. Каус, А. Хуберт-Янссен, Д. И. Губерт [и др.] // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2013. – Т. 19, № 4. – С. 61-74.

27. Повреждения аорты при тяжелой сочетанной травме груди / А. Н. Тулупов, В. А. Мануковский, А. Е. Демко [и др.] // Скорая медицинская помощь. – 2017. – Т. 18, № 1. – С. 26-28.

28. Прозоров, С.А. Роль ангиографии в диагностике повреждений аорты / С.А. Прозоров, Г.Е. Белозеров // Медицинская визуализация. – 2005. – № 2. – С. 120-123.

29. Прозоров, С.А. Современное значение рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения больных с острой патологией аорты / С. А. Прозоров, Г. Е. Белозеров // Неотложная медицинская помощь. Журнал им. Н.В. Склифосовского. – 2013. – № 1. – С. 46-49.

30. Сложности своевременной диагностики диссекции восходящего отдела аорты / А. М. Сафонов, П. В. Сарычев, И. И. Шевченко [и др.]. – 2022. – Т. 9, № 1. – С. 74-79.

31. Стукалова, О.В. Компьютерное моделирование сердца на основе магнитно-резонансной томографии: клиническое применение в аритмологии / О. В. Стукалова, Н. С. Серова, А. М. Чеповский, С. К. Терновой // Российский электронный журнал лучевой диагностики. – 2021. – Т. 11, № 2. – С. 32-45.

32. Унификация МСКТ-исследования аорты на до- и послеоперационном этапе обследования пациентов / М. В. Малахова, В. В. Ховрин, Т. Н. Галян [и др.] // Digital Diagnostics. – 2021. – Т. 2, № S2. – С. 18-19.

33. Чарчян, Э.Р. Выбор размера гибридного протеза при вмешательствах на грудной аорте / Э. Р. Чарчян, Д. Г. Брешенков, Ю. В. Белов // Сибирский

журнал клинической и экспериментальной медицины. – 2021. – Т. 36, № 1. – С. 66-73.

34. Чернявский, М. А. Имплантация фенестрированного стент-графта у пациента с аневризмой грудного отдела аорты / М. А. Чернявский, А. В. Чернов, А. Н. Казанцев // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2023. – № 2. – С. 111-114.

35. Шматков, М. Г. Успешное применение гибридной тактики в лечении патологии грудного отдела аорты / М. Г. Шматков, А. И. Пьянзин, В. В. Базылев // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2022. – Т. 28, № 1. – С. 140-146.

36. 2010 ACCF/AHA/AATS/ACR/ASA/SCA/SCAI/SIR/STS/SVM guidelines for the diagnosis and management of patients with Thoracic Aortic Disease: A report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, American Association for Thoracic Surgery, American College of Radiology, American Stroke Association, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Interventional Radiology, Society of Thoracic Surgeons, and Society for Vascular Medicine / L.F. Hiratzka, G.L. Bakris, J.A. Beckman [et al.] // Circulation. – 2010. – 121. – P. 266–369.

37. Acute aortic dissection: Population-based incidence compared with degenerative aortic aneurysm rupture / W.D. Clouse, J.W. Jr. Hallett, H.V. Schaff [et al.] // Mayo Clin. Proc. – 2004. – 79. – P. 176–180.

38. Acute non-A non-B aortic dissection: Incidence, treatment and outcome / B. Rylski, M. Perez, F. Beyersdorf [et al.] // Eur. J. Cardio-Thorac. Surg. Off. J. Eur. Assoc. Cardio-Thorac. Surg. – 2017. – 52. – P. 1111–1117.

39. Aortic dissection reconsidered: Type, entry site, malperfusion classification adding clarity and enabling outcome prediction / H.H. Sievers, B. Rylski, M. Czerny [et al.] // Interact Cardiovasc. Thorac. Surg. – 2020. – 30. – P. 451–457.

40. Aortic remodeling, reintervention, and survival after zone 0 arch repair with frozen elephant trunks for acute type A aortic dissection: Midterm results. / T. Wada, H. Yamamoto, D. Takagi [et al.] // JTCVS Tech. – 2022. – 31, 14. – P. 29-38.

41. Aortic remodelling in aortic dissection after frozen elephant trunk / D.S. Dohle, K. Tsagakis, R.A. Janosi [et al.] // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2016. – 49(1). – P. 111-117.
42. Bazylev, V.V. Assessing the effect of endoprosthesis repair of the thoracic portion on aortic remodelling after surgical correction for DeBakey type I dissection / V. V. Bazylev, M. G. Shmatkov, D. A. Zakharov, Z. A. Morozov // *Angiology and Vascular Surgery.* – 2017. – 23(3). – P. 121-132.
43. Bicuspid aortic valve syndrome: A multidisciplinary approach for a complex entity / M. Martin, R. Lorca, J. Rozado [et al.] // *J. Thorac. Dis.* – 2017. – 9. – P. 454-464.
44. Bicuspid aortic valve: Identifying knowledge gaps and rising to the challenge from the International Bicuspid Aortic Valve Consortium (BAVCon) / H.I. Michelena, S.K. Prakash, A. Della Corte [et al.] // *Circulation.* – 2014. – 129. – P. 2691-2704.
45. Blood Pressure, Hypertension, and the Risk of Aortic Dissection Incidence and Mortality: Results From the J-SCH Study, the UK Biobank Study, and a Meta-Analysis of Cohort Studies / M. Hibino, Y. Otaki, E. Kobeissi [et al.] // *Circulation.* – 2022. – 145. – P. 633–644.
46. Bossone, E. Epidemiology and management of aortic disease: Aortic aneurysms and acute aortic syndromes / E. Bossone, K.A. Eagle // *Nat. Rev. Cardiol.* – 2021. – 18. – P. 331–348.
47. Burden and causes of readmissions following initial discharge after aortic syndromes / M. D'Oria, I. Sen, C.N. Day [et al.] // *J Vasc Surg.* – 2021. – 73(3). – P. 836-843.
48. Cardiovascular manifestations of hypermobile Ehlers-Danlos syndrome and hypermobility spectrum disorders / E.R. Rashed, T. Ruiz Maya, J. Black [et al.] // *Vasc. Med.* – 2022. – 27. – P. 283–289.
49. Chest CT Angiography for Acute Aortic Pathologic Conditions: Pearls and Pitfalls / J.P. Ko, J.M. Goldstein, L.A., Jr. Latson [et al.] // *Radiographics.* – 2021. – 41(2). – P. 399-424.

50. Comparison of diametric and volumetric changes in Stanford type B aortic dissection patients in assessing aortic remodeling post-stent graft treatment / W.N. Wan Ab Naim, Z. Sun, Y.M. Liew [et al.] // *Quant Imaging Med Surg.* – 2021. – 11(5). – P. 1723-1736.
51. Conservative management versus endovascular or open surgery in the spectrum of type B aortic dissection / X. Yuan, A. Mitsis, M. Ghonem [et al.] // *J. Vis. Surg.* – 2018. – 4. – P. 59.
52. Critical Role of Cytosolic DNA and Its Sensing Adaptor STING in Aortic Degeneration, Dissection, and Rupture / W. Luo, Y. Wang, L. Zhang [et al.] // *Circulation.* – 2020. – 141. – P. 42–66.
53. Daily, P.O. Shumway N.E. Management of acute aortic dissections / P.O. Daily, H.W. Trueblood, E.B. Stinson, R.D. Wuerflein // *Ann. Thorac. Surg.* – 1970. – 10. – P. 237–247.
54. de Beaufort, H.W.L. Aortic dissection in patients with Marfan syndrome based on the IRAD data / H.W.L. de Beaufort, S. Trimarchi, A. Korach [et al.] // *Ann. Cardiothorac. Surg.* – 2017. – 6. – P. 633–641.
55. DeBakey, M.E. Surgical Management of Dissecting Aneurysms of the Aorta / M.E. DeBakey, W.S. Henly, D.A. Cooley [et al.] // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* – 1965. – 49. – P. 130–149.
56. Epidemiology and clinicopathology of aortic dissection / I. Meszaros, J. Morocz, J. Szlavi [et al.] // *Chest.* – 2000. – 117. – P. 1271–1278.
57. Epidemiology and management of thoracic aortic dissections and thoracic aortic aneurysms in Ontario, Canada: A population-based study / R.S. McClure, S.B. Brogly, K. Lajkosz [et al.] // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* – 2018. – 155. – P. 2254–2264.
58. Erbel, R. 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) / R. Erbel, V. Aboyans, C. Boileau [et al.] // *Eur. Heart J.* – 2014. – 35. – P. 2873–2926.

59. Etz, C.D. Acute type A aortic dissection: Characteristics and outcomes comparing patients with bicuspid versus tricuspid aortic valve / C.D. Etz, K. von Aspern, A. Hoyer [et al.] // *Eur. J. Cardio-Thorac. Surg. Off. J. Eur. Assoc. Cardio-Thorac. Surg.* – 2015. – 48. – P. 142–150.
60. Evangelista, A. Insights From the International Registry of Acute Aortic Dissection: A 20-Year Experience of Collaborative Clinical Research / A. Evangelista, E.M. Isselbacher, E. Bossone [et al.] // *Circulation.* – 2018. – 137. – P. 1846–1860.
61. Frank, M. The type of variants at the COL3A1 gene associates with the phenotype and severity of vascular Ehlers-Danlos syndrome / M. Frank, J. Albuissou, B. Ranque [et al.] // *Eur. J. Hum. Genet.* – 2015. – 23. – P. 1657–1664.
62. Frozen Elephant Trunk Procedure and Risk for Distal Stent-Graft-Induced New Entries / M. Kreibich, T. Berger, B. Rylski [et al.] // *Aorta (Stamford).* – 2022. – 10(4). – P. 178-181.
63. Gillis, E. Genetics of thoracic aortic aneurysm: At the crossroad of transforming growth factor-beta signaling and vascular smooth muscle cell contractility / E. Gillis, L. B.L. Van Laer, Loeys // *Circ. Res.* – 2013. – 113. – P. 327–340.
64. Harky A. The genetics and biomechanics of thoracic aortic diseases / A. Harky, K.S. Fan, K.H. Fan // *Vasc. Biol.* – 2019. – 1. – P. 13–25.
65. hiPSC Modeling of Lineage-Specific Smooth Muscle Cell Defects Caused by TGFBR1(A230T) Variant, and Its Therapeutic Implications for Loeys-Dietz Syndrome / D. Zhou, H. Feng, Y. Yang [et al.] // *Circulation.* – 2021. – 144. – P. 1145–1159.
66. Howard, D.P. Incidence, risk factors, outcome and projected future burden of acute aortic dissection / D.P. Howard, E. Sideso, A. Handa, P.M. Rothwell // *Ann. Cardiothorac. Surg.* – 2014. – 3. – P. 278–284.
67. Hughes, G. C. Stent graft-induced new entry tear (SINE): Intentional and NOT / G. C. Hughes // *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery.* – 2019. – 157(1). – P. 101. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2018.10.060>.
68. Identification of a Novel Missense FBN2 Mutation in a Chinese Family with Congenital Contractural Arachnodactyly Using Exome Sequencing / H. Deng, Q.

Lu, H. Xu [et al.] // PLoS ONE. – 2016. – 11. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155908>.

69. Incidence of aortic complications in patients with bicuspid aortic valves / H.I. Michelena, A.D. Khanna, D. Mahoney [et al.] // JAMA. – 2011. – 306. – P. 1104–1112.

70. Inflammasomes in the Pathophysiology of Aortic Disease / M. Wortmann, A.S. Peters, P. Erhart [et al.] // Cells. – 2021. – 10. – P. 2433. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/cells10092433>.

71. Influence of Left Atrium Volume Index on effectiveness of Thoracoscopic Ablation in the Treatment of Atrial Fibrillation (Full text in english) / A. Sh. Revishvili, M. Kadirova, V. A. Popov [et al.] // Medical Visualization. – 2022. – Vol. 26, No. 3. – P. 22-33.

72. Local repair of distal thoracal aortic dissections (Locus minoris resistencia) / Ю. В. Белов, Р. Н. Комаров, А. Б. Степаненко [и др.] // Angiology and Vascular Surgery. – 2007. – 13(4). – P. 138-143.

73. Measurements and detection of abdominal aortic aneurysm growth: accuracy and reproducibility of a segmentation software / C. Kauffmann, A. Tang, É. Therasse [et al.] // European journal of radiology. – 2012. – 81(8). – P. 1688-1694.

74. Mechanical stretch-induced endoplasmic reticulum stress, apoptosis and inflammation contribute to thoracic aortic aneurysm and dissection / L.X. Jia, W.M. Zhang, H.J. Zhang [et al.] // J. Pathol. – 2015. – 236. – P. 373–383.

75. Mohammed, S. Outcomes Following Supracoronary Ascending Aortic Replacement with Aortic Valve Resuspension versus Modified Bentall's Operation for Acute Type A Aortic Dissection / S. Mohammed, J. Karunakaran, V.V. Pillai // Braz J Cardiovasc Surg. – 2022. – 2. – 37(2). – P. 185-193.

76. Molecular mechanisms of thoracic aortic dissection / D. Wu, Y.H. Shen, L. Russell [et al.] // J. Surg. Res. – 2013. – 184. – P. 907–924.

77. Population-Based Assessment of the Incidence of Aortic Dissection, Intramural Hematoma, and Penetrating Ulcer, and Its Associated Mortality From 1995 to 2015 / R.R. DeMartino, I. Sen, Y. Huang [et al.] // Circ. Cardiovasc. Qual. Outcomes.

– 2018. – 11. – Режим доступа:  
<https://doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.118.004689>.

78. Population-based study of incidence and outcome of acute aortic dissection and premorbid risk factor control: 10-year results from the Oxford Vascular Study / D.P. Howard, A. Banerjee, J.F. Fairhead [et al.] // *Circulation*. – 2013. – 127. – P. 2031–2037.

79. Presentation, Diagnosis, and Outcomes of Acute Aortic Dissection: 17-Year Trends From the International Registry of Acute Aortic Dissection / L.A. Pape, M. Awais, E.M. Woznicki [et al.] // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 2015. – 66. – P. 350–358.

80. Putnam, E.A. Fibrillin-2 (FBN2) mutations result in the Marfan-like disorder, congenital contractural arachnodactyly / E.A. Putnam, H. Zhang, F. Ramirez, D.M. Milewicz // *Nat. Genet.* – 1995. – 11. – P. 456–458.

81. Pyeritz, R.E. Recent progress in understanding the natural and clinical histories of the Marfan syndrome / R.E. Pyeritz // *Trends Cardiovasc. Med.* – 2016. – 26. – P. 423–428.

82. Quantification of volume changes in the descending aorta after frozen elephant trunk procedure using the Thoraflex hybrid prosthesis for type A aortic dissection / M.V. Usai, A. Ibrahim, A. Oberhuber [et al.] // *J Thorac Dis.* – 2021. – 13(1). – P. 60-66.

83. Risk factors for distal stent graft-induced new entry following endovascular repair of type B aortic dissection / Q. Li, L.F. Wang, W.G. Ma [et al.] // *Journal of thoracic disease.* – 2015. – 7(11). – P. 1907. – Режим доступа:  
<https://doi.org/10.3978/j.issn.2072-1439.2015.11.27>.

84. Risk factors for distal stent graft-induced new entry tear after endovascular repair of thoracic aortic dissection / L. Canaud, T. Gandet, J. Sfeir [et al.] // *J Vasc Surg.* – 2019. – 69(5). – P.1610-1614.

85. Risk profiles for aortic dissection and ruptured or surgically treated aneurysms: A prospective cohort study / M. Landenhed, G. Engstrom, A. Gottsater [et al.] // *J. Am. Heart Assoc.* – 2015. – 4. – Режим доступа:  
<https://doi.org/10.1161/JAHA.114.001513>.



86. Senser, E.M. Thoracic Aortic Aneurysm: A Clinical Review / E.M. Senser, S. Misra, S. Henkin // *Cardiol. Clin.* – 2021. – 39. – P. 505–515.
87. Serial CT volume measurements after endovascular aortic aneurysm repair / B.V. Czermak, G. Fraedrich, MF. Schocke [et al.] // *J Endovasc Ther.* – 2001. – 8(4). – P. 380-389.
88. Sex-Based Aortic Dissection Outcomes From the International Registry of Acute Aortic Dissection / L.V. Huckaby, I. Sultan, S. Trimarchi [et al.] // *Ann. Thorac. Surg.* – 2022. – 113. – P. 498–505.
89. Smedberg C. Sex differences and temporal trends in aortic dissection: A population-based study of incidence, treatment strategies, and outcome in Swedish patients during 15 years / C. Smedberg, J. Steuer, K. Leander, R. Hultgren // *Eur. Heart J.* – 2020. – 41. – P. 2430–2438. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa446>.
90. Soborov, M.A. Implantation of bare metal stent Djumbodis in the treatment of aortic dissection (analytical review) / M.A. Soborov, L.A. Vedernikova // *Clinical and Experimental Surgery. Journal named after Academician B.V. Petrovsky.* – 2013. – 1. – P. 80-86.
91. The diagnosis of thoracic aortic dissection by noninvasive imaging procedures / C.A. Nienaber, Y. von Kodolitsch, V. Nicolas [et al.] // *N Engl J Med.* – 1993. – 328 (1). – P. 1-9.
92. The incidence and mortality of acute thoracic aortic dissection: Results from a whole nation study / I.H. Melvinsdottir, S.H. Lund, B.A. Agnarsson [et al.] // *Eur. J. Cardio-Thorac. Surg. Off. J. Eur. Assoc. Cardio-Thorac. Surg.* – 2016. – 50. – P. 1111–1117.
93. Thoracic aortic aneurysm and dissection: Increasing prevalence and improved outcomes reported in a nationwide population-based study of more than 14,000 cases from 1987 to 2002 / C. Olsson, S. Thelin, E. Stahle [et al.] // *Circulation.* – 2006. – 114. – P. 2611–2618.

94. Tsagakis, K. Which frozen elephant trunk offers the optimal solution? Reflections from Essen group / K. Tsagakis, H. Jakob // *Seminars in thoracic and cardiovascular surgery*. – WB Saunders. – 2019. – 31(4). – P. 679-685.
95. Tsamis, A. Elastin and collagen fibre microstructure of the human aorta in ageing and disease: A review / A. Tsamis, J.T. Krawiec, D.A. Vorp // *J. R. Soc. Interface*. – 2013. – 10. – 20121004. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1098/rsif.2012.1004>.
96. Untargeted metabolomics identifies succinate as a biomarker and therapeutic target in aortic aneurysm and dissection / H. Cui, Y. Chen, K. Li [et al.] // *Eur. Heart J.* – 2021. – 42. – P. 4373–4385.
97. Volume Analysis to Predict the Long-Term Evolution of Residual Aortic Dissection after Type A Repair / M. Gaudry, C. Guivier-Curien, A. Blanchard [et al.] // *J Cardiovasc Dev Dis.* – 2022. – 12(10). – P. 349. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/jcdd9100349>.
98. Volumetric analysis of type B aortic dissections treated with thoracic endovascular aortic repair / G.A. Stanley, E.H. Murphy, M. Knowles [et al.] // *J Vasc Surg.* – 2011. – 54 (4). – P. 985-992.
99. Yin, H. Cellular Senescence and Vascular Disease: Novel Routes to Better Understanding and Therapy / H. Yin, J.G. Pickering // *Can. J. Cardiol.* – 2016. – 32. – P. 612–623.

## Список пациентов

№ п/п	Фамилия	№ и/б	№ п/п	Фамилия	№ и/б
1	С-ова Г.А.	125959	43	К-ова О.Ф.	326648
2	Б-ов С.А.	275548	44	К-ий П.И.	280115
3	И-ей В.Е.	314124	45	К-ов А.С.	399066
4	Ч-ин А.А.	490055	46	К-ин В.Д.	358951
5	Б-ов Ж.	452247	47	К-ин Ю.А.	528901
6	И-ин Е.Н.	519103	48	К-ый С.Т.	664681
7	Б-ова Е.Н.	434596	49	К-к Г.Ф.	281390
8	Б-ова Н.Б.	411944	50	Л-ова М.Д.	654302
9	Б-ов В.П.	496315	51	Л-ин А.А.	356622
10	Б-ик Т.А.	249533	52	Л-ов В.А.	476763
11	Б-ин Т.Ф.	508375	53	М-о Т.А.	100374
12	Б-ов О.И.	441205	54	М-а В.Д.	414624
13	Б-ова Е.Ф.	67997	55	М-р С.В.	289750
14	В-ко В.А.	598843	56	М-ова М.Н.	434102
15	В-ий И.В.	186790	57	М-ова Н.В.	663970
16	Г-ая Т.Г.	599621	58	М-ов Ю.Д.	191998
17	Г-на Н.М.	463432	59	М-ов А.	344753
18	Г-ев А.А.	588557	60	М-ин Б.Н.	418172
19	Д-на В.А.	369760	61	М-ов В.А.	353478
20	Д-ин В.Л.	336047	62	М-ов А.И.	211180
21	Д-ая Е.М.	289241	63	М-ов А.В.	456237
22	Д-ин М.Г.	508651	64	М-н А.Р.	358214
23	Д-ов И.К.	323579	65	М-ов И.Н.	459958
24	Д-ева Б.И.	300732	66	Н-ова Н.	344236
25	Е-ова Т.В.	226359	67	Н-о Л.В.	483069
26	Е-ов Е.Н.	324875	68	Н-ов С.И.	651455
27	Ж-ов Н.Г.	323511	69	О-ин А.К.	316749
28	Ж-ов Я.С.	585531	70	О-ев Н.	453531
29	Ж-ева Е.С.	648681	71	О-ов С.А.	330800
30	З-ин А.И.	435737	72	П-ов В.И.	108575
31	З-ева А.С.	609288	73	П С.А.	629773
32	И-ов В.В.	497644	74	П Ю.	630804
33	И-ов А.К.	339309	75	П-ова О.А.	367603
34	К-ая Г.М.	316570	76	П-ин Е.А.	294460
35	К-ов В.М.	558409	77	П-к Л.В.	377172
36	К В.	619053	78	П-ев А.В.	582010
37	К-ин В.И.	426572	79	П-а Г.А.	150930
38	К-ев В.П.	370167	80	П-ова И.А.	556562
39	К-ов О.В.	339667	81	П-о П.И.	175930
40	К-ин С.Л.	41588	82	П-ов В.М.	519315
41	К-ев С.П.	452458	83	П-ов В.И.	625347
42	К-ов В.А.	392392	84	Р-ов Д.Е.	348076

85	Р-ева Л.К.	404085	101	У-ов Д.Ф.	518801
86	С-ов И.Р.	342296	102	Ф-ов В.П.	637215
87	С-ин В.А.	585824	103	Ч-о М.Н.	388127
88	С-ов Г.А.	273617	104	Ч-ов Ф.М.	344838
89	С-ева А.Н.	632041	105	Ч-ов Л.Г.	309356
90	С-ов А.Г.	428373	106	Ш-ева А.А.	108778
91	С-од Т.В.	321275	107	Ш-ова Н.Н.	288857
92	С-ин И.А.	383692	108	Ш-а В.Н.	315116
93	С-ов Н.В.	291152	109	Ш-о В.М.	43563
94	С-ов С.В.	565662	110	Я-ев Е.Д.	313103
95	Т-о М.Ф.	162672			
96	Т-ов В.В.	335901			
97	Т-ов А.В.	187105			
98	Т-ов П.И.	443046			
99	Т-ов П.А.	341072			
100	Т-ев С.В.	353035			

## Акт о внедрении результатов научно-квалификационной работы

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель Генерального директора по научной работе  
ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России  
Член-корреспондент РАН Конради А.О.

« 16 » 05 2022 г.

### АКТ О ВНЕДРЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ В ПРАКТИКУ НАУЧНОЙ РАБОТЫ

№ 15

1. Наименование предложения: Улучшение диагностики путем применения методик расчёта объемов истинного и ложного просветов аорты при ее расслоении по данным компьютерно-томографической ангиографии при оценке эффективности лечения в послеоперационном периоде

2. Краткая аннотация: Измерение объемов истинного и ложного каналов аорты по данным компьютерной томографической ангиографии является объективным методом оценки изменений в динамике по сравнению измерением диаметра и площади поперечного сечения аорты.

3. Эффект от внедрения: Данные, полученные в результате настоящего исследования, позволяют выявить предикторы отрицательного ремоделирования и определить прогноз течения заболевания у пациентов с хроническим расслоением аорты.

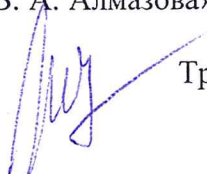
4. Место и время использования предложения: кафедра лучевой диагностики и медицинской визуализации с клиникой института медицинского образования ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России.

5. Форма внедрения: Разработанная методика расчета объемов аорты по данным КТ-ангиографии у пациентов с хроническим расслоением аорты обладает наибольшей чувствительностью для выявления предикторов отрицательного ремоделирования аорты по сравнению с измерениями диаметров аорты на различных уровнях

6. Название темы научно-квалификационной работы (диссертации): «Прогностическая значимость комплексной компьютерно-томографической оценки истинного и ложного просветов при расслоении аорты»

Руководитель подразделения – базы внедрения:

Заведующий кафедрой лучевой диагностики и медицинской визуализации с клиникой Института медицинского образования ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, д.м.н., профессор

  
Труфанов Г.Е.



федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Национальный медицинский  
исследовательский центр  
имени академика Е.Н. Мешалкина»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

(ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина»  
Минздрава России)

Речкуновская ул., д. 15, Новосибирск, 630055  
тел.: (383) 347 60 58, факс: (383) 332 24 37  
e-mail: [mail@meshalkin.ru](mailto:mail@meshalkin.ru); [http:// www.meshalkin.ru](http://www.meshalkin.ru)

ОКПО 01966756; ОГРН 1025403647213  
ИНН/КПП 5408106348/540801001

УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор,  
д-р мед. наук., проф., член-корр. РАН  
Чернявский А.М.



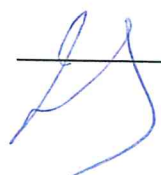
2023 г.

### АКТ

#### О внедрении (использовании) результатов научно-исследовательской работы

Материалы кандидатской диссертации Кобелева Евгения, м.н.с. научно-исследовательского отдела лучевой и инструментальной диагностики по теме: «Прогностическая значимость комплексной компьютерно-томографической оценки истинного и ложного просветов при расслоении аорты», выполненной в научно-исследовательском отделе лучевой и инструментальной диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, внедрены в учебный процесс центра высшего и дополнительного образования ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России. Расширены представления о возможностях комплексной оценки компьютерно-томографической ангиографии у пациентов с хроническим расслоением аорты. Результаты полученного исследования используются в лекционном курсе по программам дополнительного профессионального образования – повышения квалификации по специальности «Рентгенология».

Директор института высшего и  
дополнительного  
профессионального образования,  
д.м.н., профессор

 С.А. Альсов



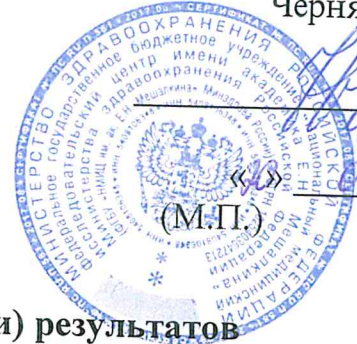
Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Национальный медицинский  
исследовательский центр  
имени академика Е.Н. Мешалкина»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

(ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина»  
Минздрава России)

Речуновская ул., д. 15, Новосибирск, 630055  
тел.: (383) 347 60 58, факс: (383) 332 24 37  
e-mail: [mail@meshalkin.ru](mailto:mail@meshalkin.ru); <http://www.meshalkin.ru>

ОКПО 01966756; ОГРН 1025403647213  
ИНН/КПП 5408106348/540801001

УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор,  
д-р мед. наук., проф., член-корр. РАН  
Чернявский А.М.



2023 г.

## АКТ

### О внедрении (использовании) результатов научно-исследовательской работы

Результаты и выводы кандидатской диссертации Кобелева Евгения, м.н.с. научно-исследовательского отдела лучевой и инструментальной диагностики по теме: «Прогностическая значимость комплексной компьютерно-томографической оценки истинного и ложного просветов при расслоении аорты», выполненной в научно-исследовательском отделе лучевой и инструментальной диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, внедрены в клиническую работу врачей отдела лучевой и функциональной диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Зав. отделом лучевой и  
функциональной диагностики

  
Н.Т. Пак