

ТУТОВА Дана Зауровна

**Стратификация признаков нестабильности аортальной стенки
у пациентов с аневризмой брюшной аорты
по данным компьютерной томографии**

3.1.25. Лучевая диагностика

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва – 2024

Работа выполнена на базе ГБУЗ "Научно-исследовательский институт скорой помощи имени Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения города Москвы"

Научный руководитель:

академик РАН, доктор медицинских наук, профессор **Коков Леонид Сергеевич**

Официальные оппоненты:

доктор медицинских наук **Вишнякова Марина Валентиновна**, ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М. Ф. Владимирского» Минздрава Московской области, отделение лучевой диагностики, ведущий научный сотрудник

доктор медицинских наук, профессор **Синицын Валентин Евгеньевич**, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», факультет фундаментальной медицины, Московский научно-образовательный институт, кафедра лучевой диагностики и терапии, заведующий кафедрой

Ведущая организация:

Государственный научный центр Российской Федерации ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского»

Защита состоится «25» ноября 2024 г. в 13.00 часов на заседании диссертационного совета 21.1.056.01 на базе ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации по адресу: г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 86

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке и на сайте ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Минздрава России (117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 86) <http://www.rncrr.ru>

Автореферат разослан «___» октября 2024 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор медицинский наук, профессор

Цаллагова Земфира Сергеевна

Общая характеристика работы

Актуальность исследования

По данным всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются основной причиной смертности во всем мире. Одной из форм сердечно-сосудистой патологии является аневризма брюшной аорты (АБА), которая представляет собой патологическое расширение аорты более 3 см. В основе развития данного заболевания преобладают дегенеративные изменения аорты, в первую очередь атеросклероз, что объясняет его широкую распространённость среди популяции.

Важно отметить, что аневризма брюшной аорты чаще протекает бессимптомно или имеет неспецифические симптоматические проявления, что крайне затрудняет клиническую диагностику, однако данная патология имеет высокий риск развития неблагоприятных осложнений, таких как разрыв аорты. Основными клиническими проявлениями при симптомных аневризмах являются боль в животе, боль в спине, болезненность при пальпации живота, чувство пульсации в животе. Однако, наличие описанных жалоб и их интенсивность является субъективным критерием и могут быть связаны с другой сопутствующей патологией.

Разрыв аневризмы брюшной аорты – грозное осложнение, которое зачастую имеет неблагоприятный исход. По данным некоторых источников летальность при разрывах аневризм брюшной аорты достигает до 90-95, причем около половины этих пациентов погибает еще до госпитализации и оказания экстренной хирургической помощи.

Пациенты с аневризмой брюшной аорты и болевым синдромом, но гемодинамически стабильные и без признаков разрыва составляют определенную хирургическую проблему в плане тактики и сроков хирургического вмешательства. Сторонники немедленного оперативного лечения утверждают, что эти симптомы связаны с острым расширением аневризмы или неминуемым разрывом, и этих пациентов следует оперировать в экстренном порядке в течение 24 часов после поступления. Другие авторы считают, что пациенты с симптомными аневризмами без разрыва, которые в остальном стабильны, могут получить пользу от периода предоперационной оценки и оптимизации любой значительной сердечной, дыхательной или почечной дисфункции.

Важно отметить, что после планового оперативного лечения пациентов с АБА без признаков разрыва, госпитальная летальность до 7 раз меньше, чем у пациентов, которым хирургическое вмешательство выполнялось экстренно (6,8% и 47% соответственно).

Таким образом, своевременная и точная диагностика риска разрыва АБА является принципиально важным вопросом, решение которого может помочь выбрать оптимальную тактику лечения и существенно улучшить прогноз течения заболевания.

Цель представленной работы - усовершенствование диагностики нестабильности аортальной стенки, путем прогнозирования степени риска разрыва аневризмы брюшной аорты на основе стратификации изменений аортальной стенки и прилежащих тканей по данным мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ).

Задачи исследования

1. На основании данных МСКТ выявить общие и наиболее значимые структурные изменения аортальной стенки, пристеночных тромботических масс и парааортальной клетчатки у пациентов с симптомными аневризмами брюшной аорты.

2. Стратифицировать тяжесть отдельных изменений аортальной стенки и пристеночных тромботических масс.

3. Определить прогностическую значимость выявленных признаков и их сочетаний при МСКТ-обследовании больных с аневризмами брюшной аорты.

4. На основе сравнительного и статистического анализа полученных данных при МСКТ-исследовании предложить формулу, позволяющую определить риск разрыва аортальной стенки и определить тактику ведения больных с аневризмами брюшной аорты.

Научная новизна

Разработан специализированный протокол постпроцессинговой обработки для детальной оценки МСКТ-признаков общих структурных изменений аортальной стенки и прилежащих тканей у пациентов с симптомной аневризмой брюшной аорты и выявлены наиболее значимые из них для прогнозирования разрыва аневризмы.

Впервые проведена стратификация наиболее значимых КТ-признаков структурных изменений аортальной стенки. Полученные данные сопоставлены с клинической картиной, исходом лечения и тяжестью течения болезни пациента

На основе полученных результатов выявлены наиболее прогностически значимые сочетания структурных изменений и впервые разработана формула для быстрой и информативной оценки степени риска разрыва аневризмы брюшной аорты.

Практическая значимость

В представленной работе усовершенствована диагностика нестабильности аортальной стенки путем создания специализированного протокола постпроцессинговой обработки МСКТ-данных и стратификации выраженности полученных признаков.

На основе полученных данных создана формула для объективной оценки риска разрыва АБА.

Усовершенствованная с помощью формулы оценка нестабильности АБА позволяет выбрать оптимальную тактику ведения пациента, предупредить развитие тяжелых осложнений, определить разницу риска разрыва аневризм брюшной аорты с одинаковым диаметром и симптоматикой, оценить результаты динамического контроля и таким образом существенно улучшить прогноз течения заболевания, а также сократить срок пребывания больных в стационаре, сохранить трудоспособность и социальную активность пациентов вследствие улучшения результатов лечения.

Положения, выносимые на защиту

1. На основании анализа общих структурных изменений аортальной стенки и прилежащих тканей по данным МСКТ исследования был разработан специализированный протокол постпроцессинговой обработки для детальной оценки структурных изменений.

2. Предложена стратификация выраженности структурных изменений аортальной стенки и прилежащих тканей, которая в дальнейшем позволяет максимально точно прогнозировать риск разрыва АБА.

3. К наиболее прогностически значимым структурным изменениям аортальной стенки, пристеночных тромботических масс и парааортальной клетчатки у пациентов с симптомными АБА относятся: симптом гиперденного серпа в 4 и 5 степени, симптом драпирующей аорты в 4 степени, уплотнение парааортальной клетчатки, а также толщина пристеночных тромботических масс.

4. Разработанная на основе сравнительного и статистического анализа полученных данных формула позволяет определить прогностически значимые сочетания структурных

изменений аорты и прилежащих тканей, а также оценить степень риска разрыва аортальной стенки и выбрать оптимальную тактику ведения пациента.

Внедрение результатов исследования в практику

Результаты исследования внедрены в работу отделения рентгеновской компьютерной томографии, а также отделения сосудистой хирургии НИИ СП им.Н.В.Склифосовского и активно применяются для первичной диагностики и при динамическом контроле пациентов с аневризмой брюшной аорты.

Апробация работы

Основные результаты исследования доложены и обсуждены на следующих конференциях: 4-ый съезд врачей неотложной медицины с международным участием, Москва, 19-20 октября 2018г.; Вектор развития высоких медицинских технологий на госпитальном этапе оказания скорой и неотложной медицинской помощи, Рязань, 18–19 апреля 2019 г.; 19-я межрегиональная научно-практическая конференция с международным участием «Актуальные вопросы диагностической и интервенционной радиологии и хирургических технологий», Владикавказ, 27-29 июня 2019 г., European Congress Radiology (ECR), Vienna, Austria, 29 February-3 March 2019; XIV Всероссийский национальный конгресс лучевых диагностов и терапевтов, Московская область, г. Красногорск, 16-18 сентября 2020г.; Конгресс российского общества рентгенологов и радиологов, Санкт-Петербург, 9-11 ноября 2020; European Congress Radiology (ECR), 11-15 march 2020 [перенос даты конгресса на июль в связи с COVID-19], Vienna, Austria; Горизонты современной ангиологии, сосудистой хирургии и флебологии: материалы XXXVI Международной конференции, Казань, 17-19 июня 2021 г.; Вызовы современности и неотложная медицина: 5-ый съезда врачей неотложной медицины, Москва, 15–16 октября 2021 г.; Радиология-2022: всероссийский национальный конгресс лучевых диагностов и терапевтов, Московская область, г. Красногорск, 24-26 мая 2022г.; XXVIII (Двадцать восьмой) Всероссийский съезд сердечно-сосудистых хирургов, Москва, 20-23 ноября 2022 г.; Горизонты современной ангиологии, сосудистой хирургии и флебологии: материалы XXXVII Международной конференции, Kislovodsk, 20-22 мая 2022 г.; European Congress of Radiology (ECR) 2022, Vienna, Austria, 13-17 July, 2022; Современные технологии оказания экстренной и неотложной медицинской помощи на госпитальном этапе, Москва, 19-20 октября 2023 года.

Апробация работы состоялась на заседании на заседании Проблемно-плановой комиссии № 5 «Сердечно-сосудистые заболевания» ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского» ДЗМ, протокол № 4 от 23 апреля 2024 г.

Публикации по теме исследования

По теме диссертационного исследования опубликовано 6 научных работ, среди которых 4 статьи опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Минобрнауки России, и 2 патента на изобретения.

Объем и структура диссертации

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Работа изложена на 123 страницах печатного текста и иллюстрирована 46 рисунками и 18 таблицами. Список литературы состоит из 127 источников отечественных и зарубежных публикаций.

Содержание работы

Характеристика материала и метода исследования

Были проанализированы данные клинико-инструментального обследования 179 человек, поступавших на лечение в НИИ СП им. Н.В. Склифосовского с подозрением на симптомную аневризму брюшной аорты (АБА) с 2017 по 2019 гг.

Критерии включения в исследование:

- наличие аневризмы брюшной аорты в сочетании с клиническими проявлениями (симптомная аневризма);
- выполнение компьютерной томографии (МСКТ) на этапе приемного отделения в нативную и артериальную фазы сканирования;
- надлежащее качество полученных КТ-изображений.

Критерии исключения:

- проведенные исследования, выполненные с множеством артефактов любого рода, исключающих полноценную адекватную интерпретацию КТ-данных
- операции на аорте и подвздошных артериях в анамнезе.

Для решения поставленных задач исследование было проведено в три этапа:

На первом этапе исследования, с целью выявления разницы и сходства в структурных изменениях у пациентов в зависимости от сроков развития осложнений, было проведено разделение 179 пациентов на три группы: в первую группу были включены 122 пациента, у которых не было выявлено признаков разрыва АБА по данным МСКТ на этапе приемного отделения, и госпитальный период прошел без осложнений. Во вторую группу были включены 11 пациентов без признаков разрыва АБА на момент поступления, однако в госпитальном периоде произошел разрыв аневризмы. В третью группу включены 46 пациентов, у которых был диагностирован разрыв АБА по данным МСКТ уже на этапе приемного отделения. В каждой из групп был проведен анализ изучаемых предикторов АБА и сопоставлены полученные результаты.

На втором этапе исследования, с целью выявления наиболее прогностически значимых сочетаний предикторов разрыва АБА и расчета формулы прогнозирования риска разрыва АБА было проведено разделение 179 пациентов на две группы: 57 пациентов с разрывом и 122 без разрыва.

На третьем этапе исследования, с целью прогнозирования летального исхода у пациентов с уже свершившимся разрывом, была детально изучена группа из 46 пациентов, поступивших в стационар с признаками разрыва АБА.

Характеристика пациентов

Из 179 пациентов в проведенном исследовании преобладали мужчины: мужчины - 136 (76%), женщины 43 (24%). Средний возраст пациентов составил 71 год.

У 122 (68,16%) пациентов 1 группы не было признаков разрыва АБА по данным КТ. У 5 из них (4,1%) произошел летальный исход, не по причине разрыва аорты. У двоих пациентов причиной летального исхода служил ишемический инсульт, у двоих пациентов – полиорганная недостаточность в исходе онкологического заболевания, у одного пациента – острый инфаркт миокарда.

У 11 (6,14%) пациентов 2 группы в период госпитального наблюдения развился разрыв аневризмы брюшной аорты. У всех пациентов (100%) – летальный исход. Осложнение произошло в сроки от 1 до 10 дней с момента госпитализации: у 7 из 11 больных (67 %) разрыв

АБА произошел в ближайшие три дня с момента поступления; у 4 больных (37 %) – от 4 до 10 дней с момента госпитализации.

У 46 (25,7%) пациентов 3 группы на момент проведения исследования определялись признаки состоявшегося разрыва АБА (экстравазация контрастного препарата, наличие гематомы забрюшинной, парааортальной или абдоминальной). У 30 из них (65,22%) – летальный исход заболевания (рис. 3, таблица 3).

Также, в результате сравнительного анализа между исследуемыми группами по возрасту и полу достоверных различий обнаружено не было.

Методы исследования

Всем 179 пациентам было проведено комплексное обследование, включавшее определение основных показателей крови, ЭКГ, ЭХО-КГ, обзорное рентгеновское исследование органов груди, УЗ-доплеровское исследование, КТ с внутривенным болюсным контрастированием. При наличии соответствующих жалоб комплекс мог быть расширен и включать обзорную рентгенографию области живота, дополнительные лабораторные исследования. Поскольку основным методом исследования, данные которого анализируются в работе, явилась КТ с внутривенным болюсным контрастированием, при этом не планировалось сравнение эффективности различных методов в выявлении АБА, в работе приводится подробная характеристика именно компьютерной томографии.

КТ-исследование у всех 179 пациентов было проведено в первые часы с момента поступления в стационар.

Все исследования проводились на томографе «Aquilion Prime», Toshiba, с 80-рядным детектором, способным сгенерировать за каждый оборот 160 срезов с использованием алгоритма реконструкции coneXact. Контрастирование обеспечивалось введением в локтевую вену или в центральный венозный катетер йодсодержащего водорастворимого контрастного вещества (КВ) с использованием инжектора, позволяющего вводить контрастный препарат с заданной скоростью. Объем контрастного вещества варьировал от 80 до 110мл. Скорость введения контрастного вещества составляла 3,5-5 мл/сек. Обработка полученных после сканирования данных была выполнена на рабочей станции VITREA "Toshiba".

Статистические методы обработки результатов исследования

Для разработки постпроцессингового протокола оценки данных и формулы прогнозирования риска разрыва аневризмы брюшной аорты была создана база данных в Microsoft Excel. В базе данных отражены ФИО и возраст пациента, история болезни, данные КТ-исследований, а также вся необходимая для сопоставления и анализа информация о клиническом состоянии пациента, выполнении оперативного вмешательства и исхода заболевания.

Статистический анализ данных проводили с помощью пакетов статистических программ «Statistica 12» (Statsoft, Inc., USA) (Юнкеров В.И., Григорьев С.Г., 2002; Боровиков В.П., 2018), «MedCalc®. Версия 20.015» (MedCalc Software Ltd, Ostend, Belgium), «Orange 3.3» (университет Любляны, Словения).

В качестве теста на нормальность распределения для количественных показателей использовали тест Шапиро-Уилка. При соответствии данных нормальному распределению ($p > 0,05$) вычисляли среднее (M) и стандартное отклонение (SD) и сравнивали уровни показателей по t-критерию Стьюдента.

Анализ выживаемости проводился методом Каплана-Мейера с построением и сравнением кривых Каплана-Мейера по лог-ранговому критерию.

Предварительная обработка данных включала дискретизацию и нормализацию данных. Предварительный выбор КТ показателей проводился дискретизацией методом Entropy-MDL.

Далее для определения влияния пороговых значений КТ показателей использованы наивный алгоритм Байеса и регрессия Кокса.

Интервалы значений площади под ROC-кривой (AUC), отражающие способность диагностического теста распознавать наличие или отсутствие болезни, оценивались по шкале: отличная (0,9-1,0), очень хорошая (0,8-0,9), хорошая (0,7-0,8), средняя (0,6-0,7), неудовлетворительная (0,5-0,6).

Был проведен дискриминантный анализ для определения переменных, позволяющих разбить пациентов на группы с высоким и низким риском разрыва АБА.

Статистически значимыми считали различия при значениях $p < 0,05$.

Характеристика оцениваемых параметров по данным МСКТ и их стратификация

При анализе полученных данных в проведенном исследовании был разработан специализированный протокол постпроцессинговой обработки, который включал оценку таких параметров как: размеры АБА, ее конфигурация, наличие симптомов гиперденсного серпа и драпирующей аорты, наличие аортального пузырька, фиссурации или кальцинатов в пристеночных тромботических массах, плотность и ширину пристеночных тромботических масс. Учитывалось наличие такой сопутствующей аортальной патологии как мешотчатая аневризма, локальный расслой, интрамуральная гематома или пенетрирующая атеросклеротическая бляшка. Также оценивались гемодинамические показатели, клинические проявления и коморбидный фон пациентов.

Размеры аорты: В данной диссертационной работе размер аорты оценивался на аксиальных срезах КТ-исследования, на уровне аортального отверстия диафрагмы, непосредственно над почечными артериями, на уровне почечных артерий, непосредственно под почечными артериями, а также на уровне максимального расширения аорты. Измерялся переднезадний и боковой размеры аневризм. Учитывался показатель с большими значениями.

Конфигурация АБА: Конфигурация аневризм в данном исследовании оценивалась по измерениям переднезаднего и билатерального размеров: правильная конфигурация - переднезадний и боковой размеры соответствуют друг другу, неправильная конфигурация - имеется разница в показателях более, чем на 10мм (рис. 1)

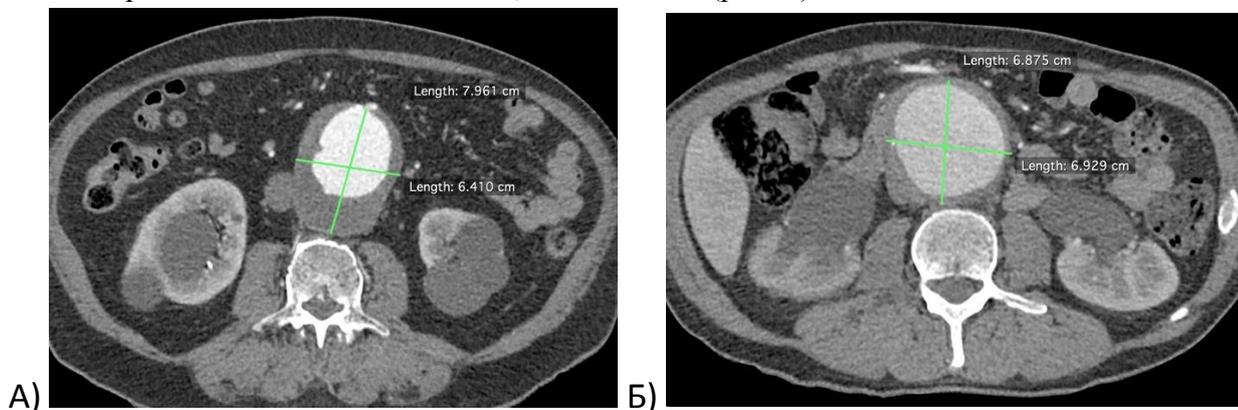


Рис.1 Компьютерные томограммы, аксиальный срез исследования МСКТ брюшной полости с контрастным усилением, больных поступивших в НИИ сп им Н.В. Склифосовского с острой абдоминальной

болью. А – аневризма брюшной аорты неправильной конфигурации (переднезадний размер больше бокового >10мм); Б – аневризма брюшной аорты правильной конфигурации.

Симптом гиперденсного серпа (СГС) — это кровоизлияние в толщу пристеночного тромба, которое визуализируется при бесконтрастном КТ-исследовании в виде четкого участка повышенной плотности (40-70 едН), часто серповидной формы.

В данной работе впервые предложена стратификация признака гиперденсного серпа на 5 степеней выраженности (рис. 2, 3): На аксиальных срезах КТ-исследования, просвет аорты был разделен на 4 равные четверти по условному циферблату, по которым оценивается распространенность гиперденсной серповидной зоны (рис.7). 1 степень – отсутствие кровоизлияния в пристеночные тромботические массы; 2 степень - кровоизлияние с распространением до $\frac{1}{4}$ окружности аорты; 3 степень - кровоизлияние с распространением от $\frac{1}{4}$ до $\frac{2}{4}$ окружности; 4 степень - кровоизлияние с распространением от $\frac{2}{4}$ до $\frac{3}{4}$ окружности аорты; 5 степень - кровоизлияние с распространением более $\frac{3}{4}$ окружности аорты.

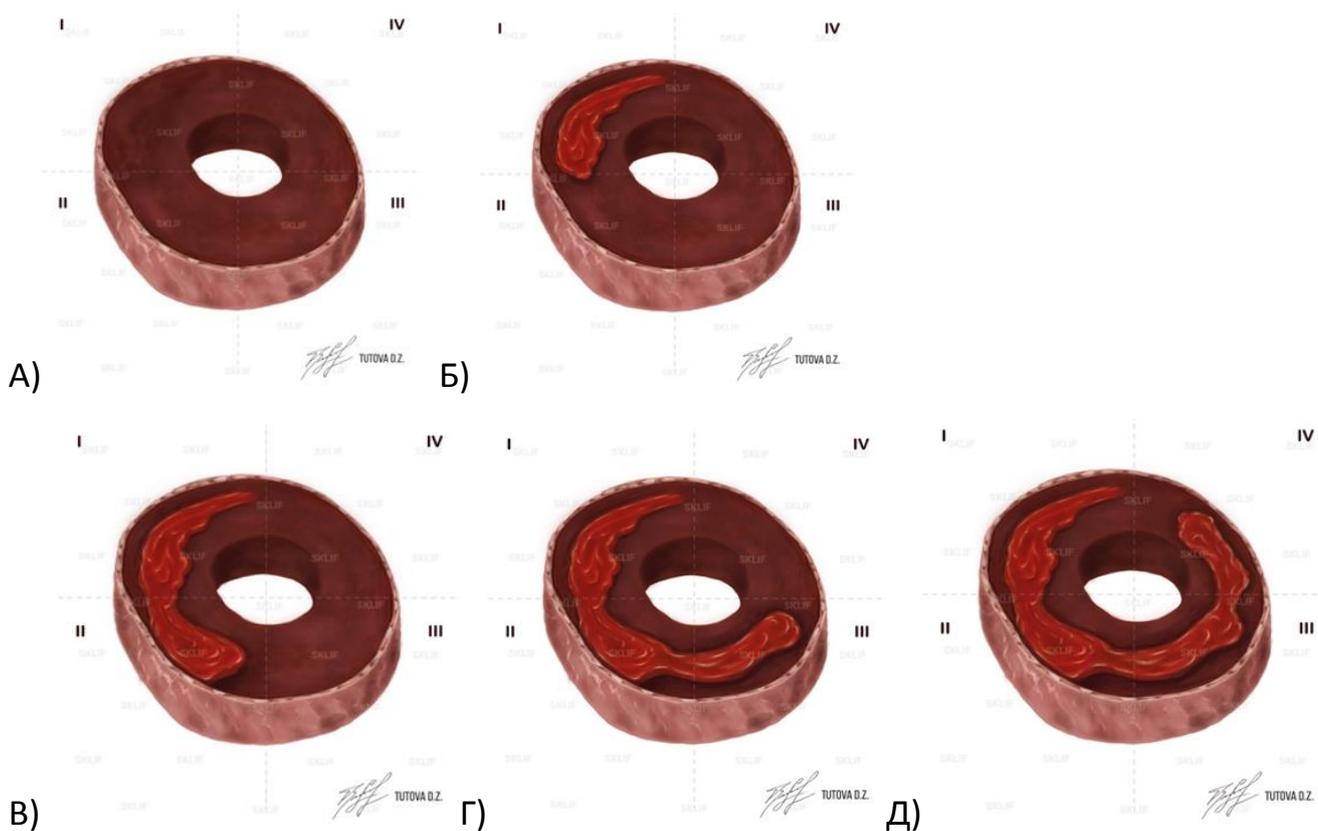


Рис. 2 Стратификация признака гиперденсного серпа: А) иллюстрированное изображение, признак гиперденсного серпа не определяется (Iст), Б) иллюстрированное изображение, II степень выраженности признака гиперденсного серпа; В) иллюстрированное изображение, III степень выраженности признака гиперденсного серпа, Г) иллюстрированное изображение, IV степень выраженности признака гиперденсного серпа, Д1- иллюстрированное изображение, V степень выраженности признака гиперденсного серпа.

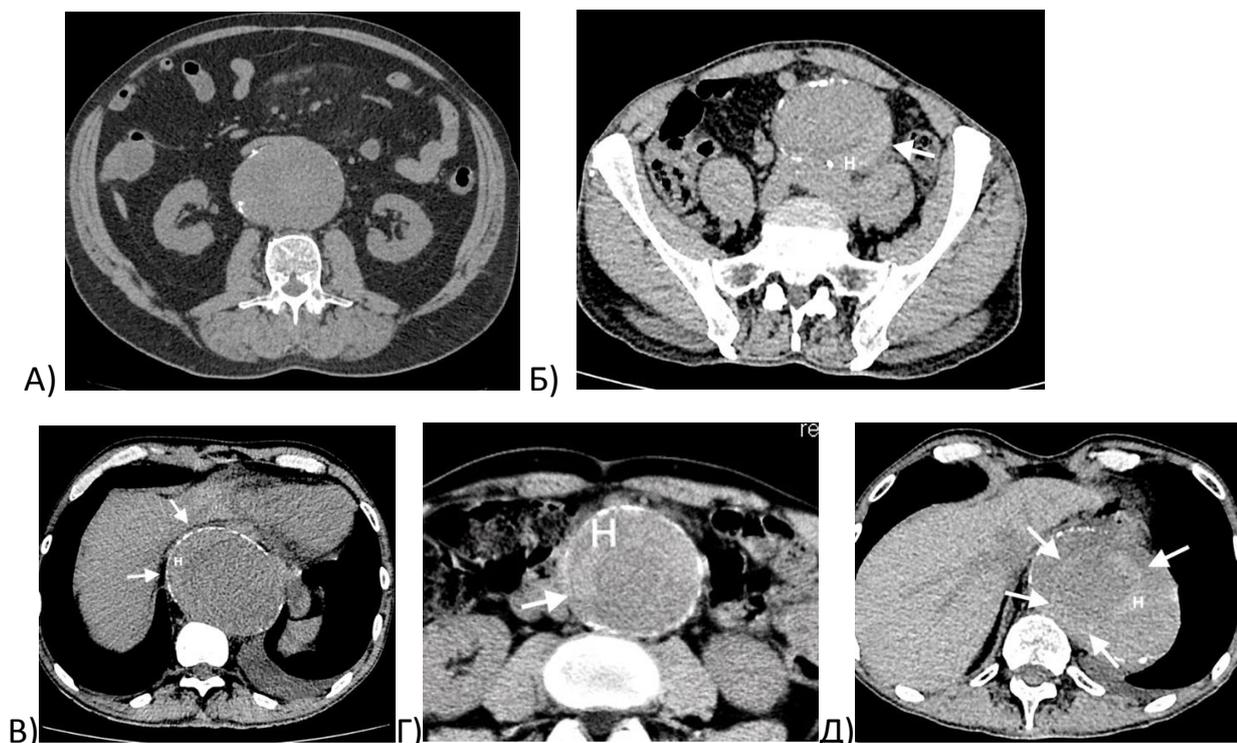


Рис. 3 Стратификация признака гиперденсного сердца: А – аксиальный срез нативного МСКТ исследования, просвет аорты имеет однородную структуру; Б - аксиальный срез нативного МСКТ исследования, в просвете аорты определяется гиперденсивное включение серповидной формы, с распространением в пределах $\frac{1}{4}$ условного цефирблата (стрелки, Н); В - аксиальный срез нативного МСКТ исследования, в просвете аорты определяется гиперденсивное включение серповидной формы, с распространением в пределах $\frac{2}{4}$ условного цефирблата (стрелки, Н); Г - аксиальный срез нативного МСКТ исследования, в просвете аорты определяется гиперденсивное включение серповидной формы, с распространением в пределах $\frac{3}{4}$ условного цефирблата (стрелки, Н); Д - аксиальный срез нативного МСКТ исследования, в просвете аорты определяется гиперденсивное включение серповидной формы, с распространением более чем на $\frac{3}{4}$ условного цефирблата (стрелки, Н)

Симптом драпирующей аорты (СДА) представляет собой потерю нормальной конфигурации аорты в виде широкого прилегания заднего контура аневризмы аорты к телам позвонков и одной или обоим поясничным мышцам.

В данной работе также впервые предложена стратификация выраженности симптома драпирующей аорты. В зависимости от выраженности изменений, признак драпирующей аорты был разделен на 4 степени (рис. 4, 5): 1 степень – сохраняется ретроаортальная жировая прослойка и равномерно округлая конфигурация аорты; 2 степень - стенка аорты прилежит к переднему контуру позвонков, ретроаортальная жировая прослойка отсутствует, сохраняется равномерно округлая конфигурация аорты; 3 степень - стенка аорты широко прилегает к переднему контуру позвонков более, чем на 5мм, задняя стенка аорты уплощена, ретроаортальная жировая прослойка отсутствует; 4 степень - стенка аорты широко прилегает к переднему контуру позвонков и одной или обеих поясничных мышц, задняя стенка аорты уплощена, ретроаортальная жировая прослойка отсутствует.

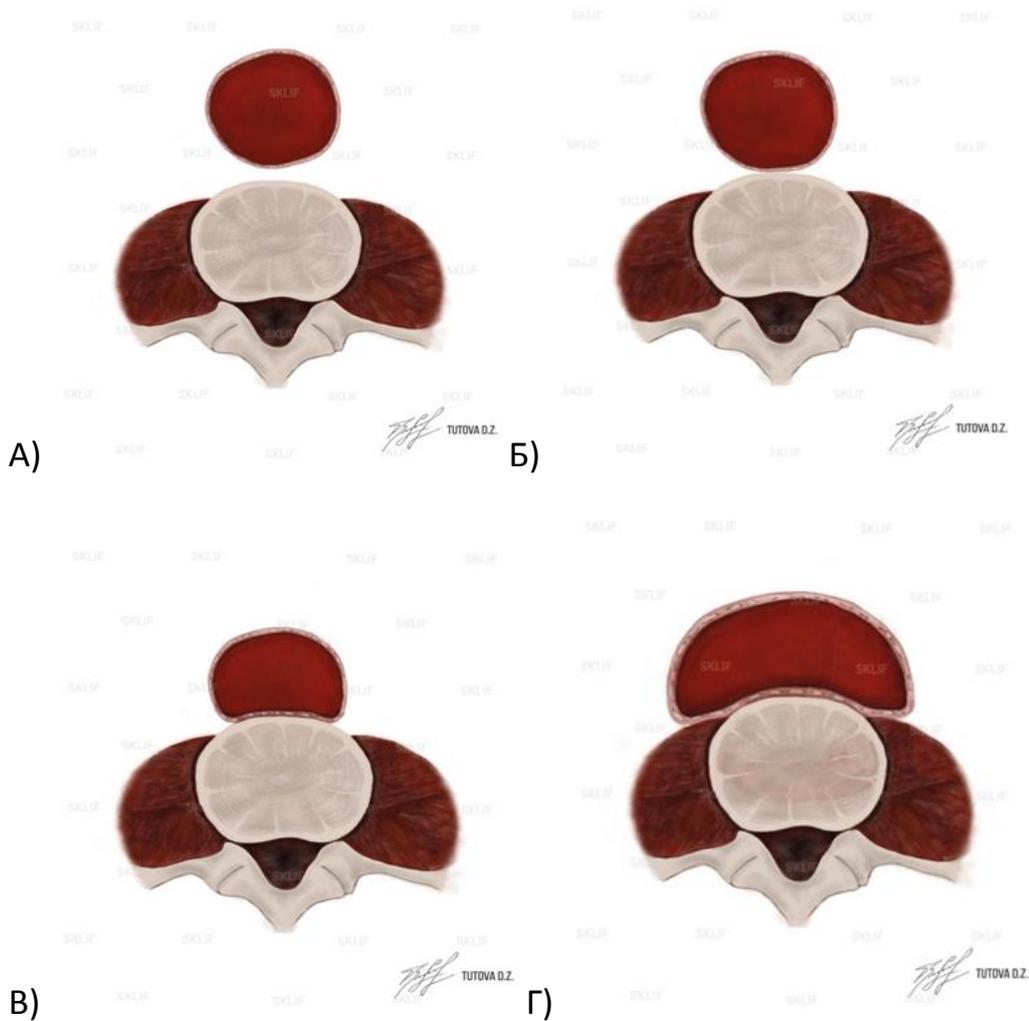
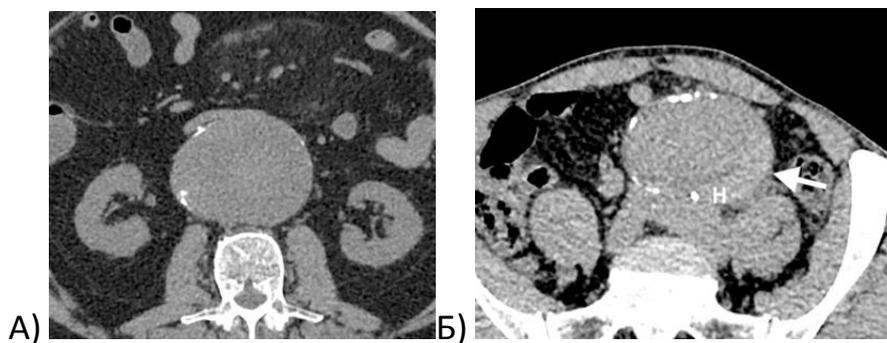


Рис. 4 Стратификация признака драпирующей аорты: А – иллюстрированное изображение с сохранной парааортальной клетчаткой - признак драпирующей аорты не определяется, Б1 – иллюстрированное изображение II степени выраженности признака драпирующей аорты, В1 – иллюстрированное изображение III степени выраженности признака драпирующей аорты, Г1 – иллюстрированное изображение IV степени выраженности признака драпирующей аорты.



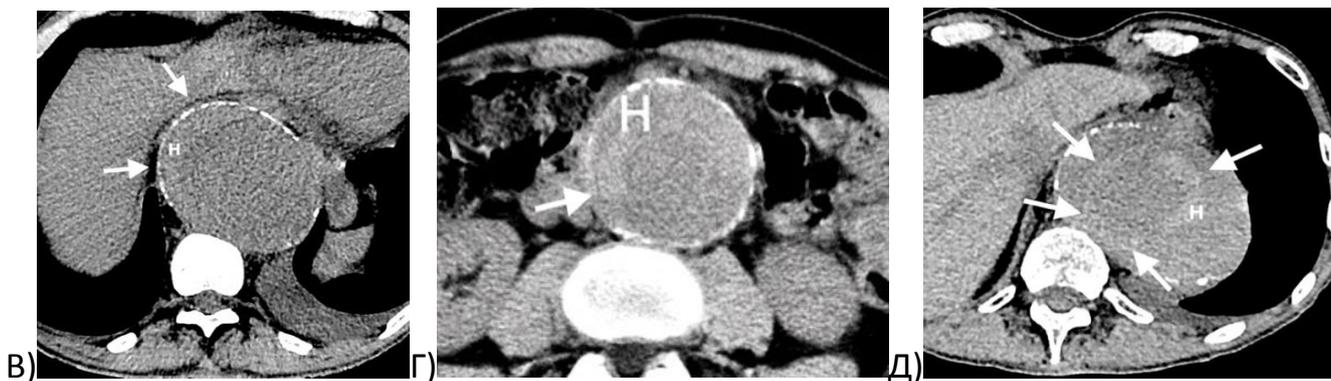


Рис. 5 Стратификация признака гиперденсного серпа: А – аксиальный срез нативного МСКТ исследования, просвет аорты имеет однородную структуру; Б - аксиальный срез нативного МСКТ исследования, в просвете аорты определяется гиперденсное включение серповидной формы, с распространением в пределах $\frac{1}{4}$ условного цефирблата (стрелки, Н); В - аксиальный срез нативного МСКТ исследования, в просвете аорты определяется гиперденсное включение серповидной формы, с распространением в пределах $\frac{2}{4}$ условного цефирблата (стрелки, Н); Г - аксиальный срез нативного МСКТ исследования, в просвете аорты определяется гиперденсное включение серповидной формы, с распространением в пределах $\frac{3}{4}$ условного цефирблата (стрелки, Н); Д2 - аксиальный срез нативного МСКТ исследования, в просвете аорты определяется гиперденсное включение серповидной формы, с распространением более чем на $\frac{3}{4}$ условного цефирблата (стрелки, Н).

Аортальный пузырек аортальный пузырек представляет собой локальный надрыв стенки аорты в виде дивертикулярного выпячивания стенки аорты, чаще на фоне прерывистого кальциноза интимы (рис.6).

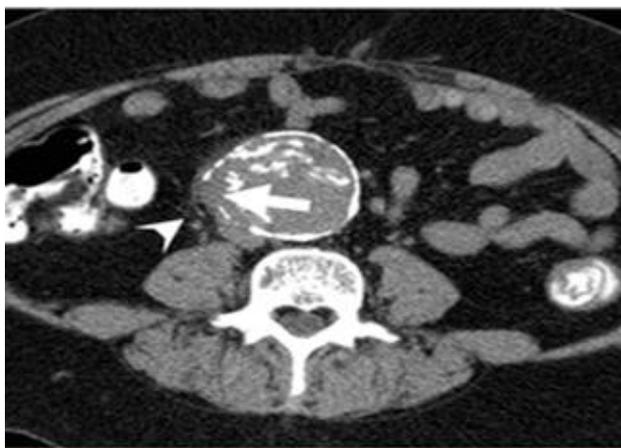


Рис. 6 Аксиальный срез нативного МСКТ исследования пациента, с клиникой выраженной люмбагии. Отмечено локальное выпячивание стенки аорты на фоне прерывистой кальцификации (стрелка). Также визуализирована периаортальная жировая инфильтрация вблизи места разрыва (головка стрелки).

Учитывался максимальный показатель при измерении переднезаднего, краниокаудального и бокового размеров.

В данной работе предложена стратификация данного признака на 4 степени выраженности, в зависимости от размеров: 1ст – симптом не определялся; 2ст – максимальный размер до 3мм; 3ст – максимальный размер до 6мм; 4ст – максимальный размер более 6мм.

Фиссурация пристеночных тромботических масс: данный признак был расценен как линейные затеки контрастного препарата в толщу пристеночных тромботических масс при КТ-аортографии. Данные изменения не визуализируются при бесконтрастном исследовании (рис.7).

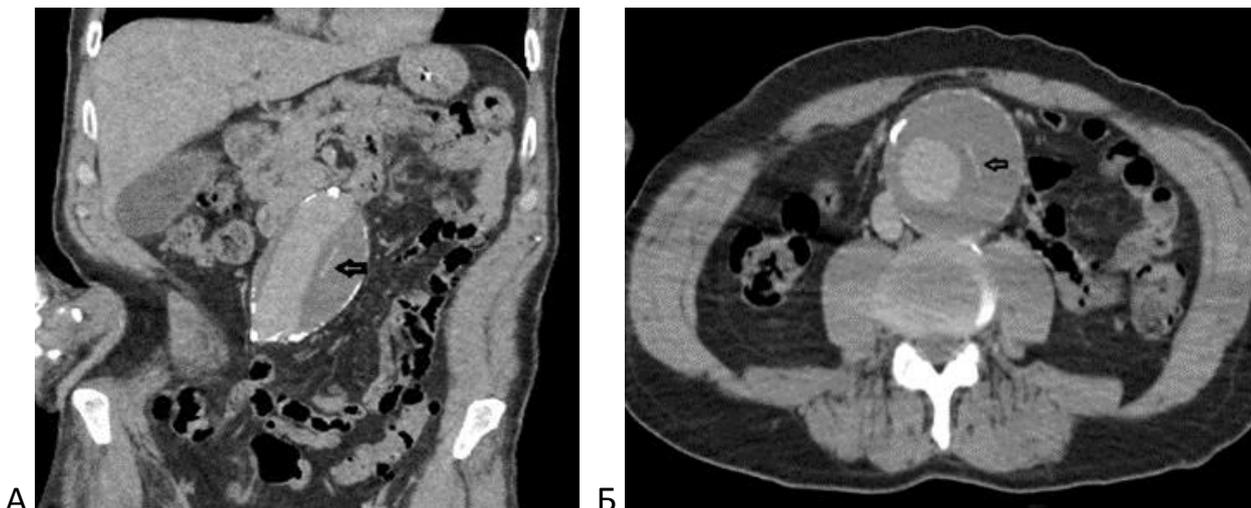


Рис.7 А и Б - коронарный и аксиальный срезы КТ-ангиографии мужчины 62 лет с АБА, поступившего в приемное отделение НИИ сп им Н.В. Склифосовского с клиникой абдоминальной боли. В толще пристеночного тромба слева определяются линейные участки высокой плотности - затеки контраста (стрелки),

Уплотнение парааортальной клетчатки определялось как наличие тяжистого уплотнения жировой клетчатки, прилежащей к аорте на уровне аневризмы (рис. 8).



Рис.8 Компьютерные томограммы с контрастным усилением мужчины 57 лет, поступившего с клиникой острого живота в НИИ сп им Н.В. Склифосовского. На аксиальном (А) и саггитальном (В) срезах определяется отек и инфильтрация парааортальной клетчатки (белые стрелки).

Кальцинаты в толще ПТМ - гиперденсинные включения плотности кальция (от 100 едН) в толще пристеночных тромботических масс (рис.9)

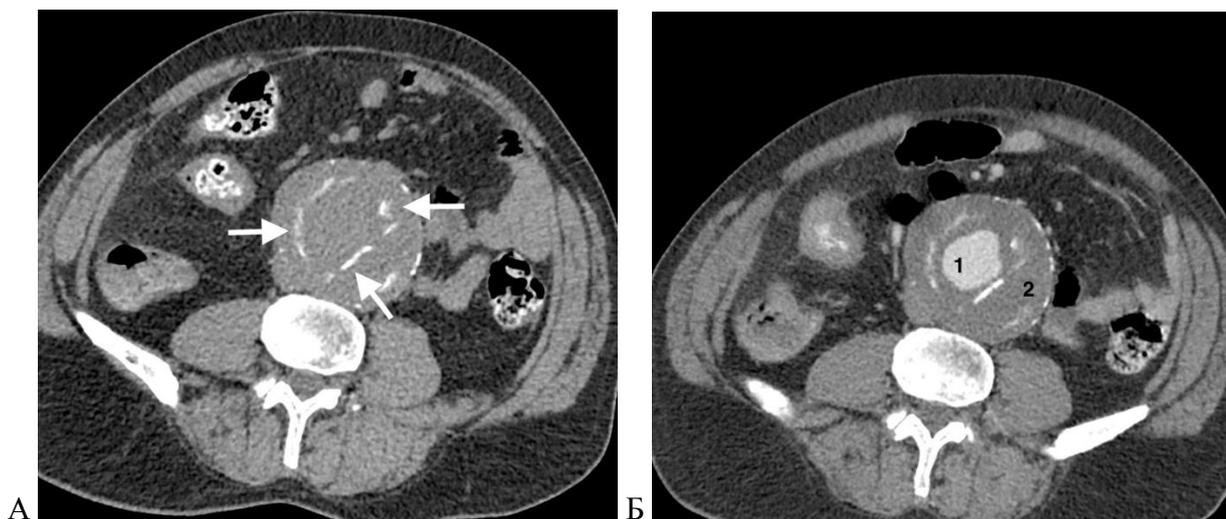


Рис. 9 Аксиальный срез МСКТ исследования пациента, с клиникой люмбагии, поступившего в НИИ СП им Н.В. Склифосовского. Стрелками указаны кальцинаты в толще пристеночных тромботических масс при нативном исследовании (А). При исследовании с контрастным усилением (Б) визуализирован функционирующий просвет аорты (1) и контуры пристеночных тромботических масс (2).

Расположение функционирующего просвета – 1) центральное расположение: функционирующий просвет окружен пристеночными тромботическими массами по всей окружности 2) периферическое расположение просвета: серповидная форма тромба, функционирующий просвет граничит непосредственно с аортальной стенкой (рис.10)

Толщина пристеночных тромботических - максимальная толщина пристеночных тромботических масс. В данной работе предложена стратификация данного признака на 4 степени выраженности, в зависимости от размеров: 1ст – толщина ПТМ до 10мм; 2ст – до 10-30мм; 3ст – до 30-50мм; 4ст – 50-60мм; 5ст – более 60мм.

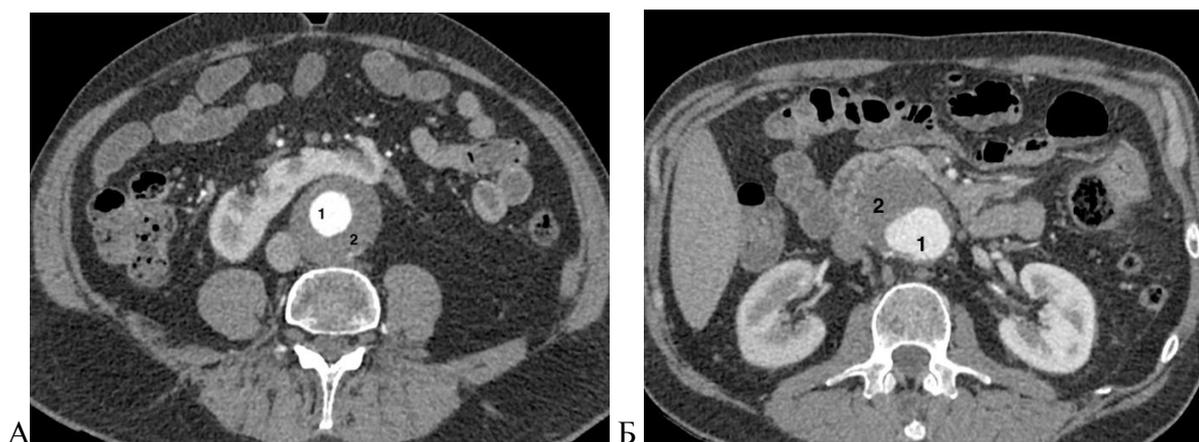


Рис.10 Аксиальный срез МСКТ исследования пациентов, с клиникой люмбагии и абдоминальной боли, поступивших в НИИ СП им Н.В. Склифосовского. При исследовании с контрастным усилением визуализируются функционирующий просвет аорты (1) и контуры пристеночных тромботических масс (2). А – центральное расположение просвета; Б – периферическое расположение просвета.

Изменения плотности пристеночных тромботических масс - результат измерения плотности пристеночных тромботических масс в единицах Хаунсфилда при бесконтрастном КТ-исследовании. Далее при КТ-аортографии повторяется измерение на том же срезе, для выявления изменений плотности при контрастном усилении.

Диаметр общих подвздошных артерий - переднезадний и боковой размеры сосудов на уровне максимального расширения. Наличие такой аортальной патологии как: мешотчатая аневризма, локальное расслоение, интрамуральная гематома, пенетрирующая атеросклеротическая бляшка расценивалось как сопутствующая аортальная патология.

Протокол оценки данных МСКТ, клиничко-anamнестических данных и гемодинамических показателей

Полученные данные всех исследуемых пациентов оценивались по специально разработанному протоколу, в котором выделялись критерии оценки и некоторым из них присваивалась степень выраженности, а также учитывались гемодинамические данные, клинические проявления и коморбидные состояния, приведенные в таблице 1.

Таблица 1. Специализированный протокол постпроцессинговой обработки.

Показатели		Степени выраженности
Пол	муж	
	жен	
Размеры АБА	до 5 см	1
	5-7 см	2
	более 7 см	3
Конфигурация АБА	правильная	
	не правильная	
Симптом гиперденсного серпа	нет	1
	до 1/4	2
	до 2/4	3
	до 3/4	4
	более 3/4	5
Симптом драпирующей аорты	нет	1
	прилежит	2
	по контуру позвонка	3
	по контуру позвонка и мышц	4
Аортальный пузырек	нет	1
	до 3 мм	2
	до 6 мм	3
	более 6 мм	4
Фиссурация ПТМ	нет	
	есть	
Уплотнение парааортальной клетчатки	нет	
	есть	
Сопутствующая аортальная патология	нет	
	ложная/мешотчатая аневризма/дивертикул	
	локальный расслой	

Продолжение таблицы 5. Специализированный протокол постпроцессинговой обработки.

Показатели		Степень выраженности
Сопутствующая аортальная патология	ИМГ	
	пенетрирующая бляшка	
Кальцинаты в ПТМ	нет	
	есть	
Плотность ПТМ (едН)	нет тромботических масс	
	с изменением плотности при КУ более 10едН	
	без достоверного изменения плотности	
Толщина пристеночных тромботических масс.	до 10 мм	1
	10-30 мм	2
	30-50 мм	3
	50-60 мм	4
	более 60 мм	5
Локализация просвета	центральный	
	периферический	
Диаметр подвздошных артерий	до 12 мм	1
	12-30 мм	2
	30-50 мм	3
	более 50 мм	4
Симптоматика	нет	
	неспецифическая	
	абдоминальная	
	люмбалгия	
	пульсирующее образование в брюшной полости	
	сочетание одного или нескольких пунктов	
	не предъявляет по тяжести	
Коморбидные состояния	ИБС, АГ 2ст	
	ИБС, АГ 3ст	
	1+СД	
	2+СД	
	1+отягощенный фон	
	2-отягощенный фон	
Артериальное давление	Гипотония (100/60)	
	Нормальное (100-140/60-85)	
	Гипертония (140-180/85-110)	
	гипертонический криз (180/110)	
Частота сердечных сокращений	60-90	
	тахикардия	
	бракардия	

Представленный протокол позволяет детально оценить структурные изменения аортальной стенки и прилежащих тканей, а также учитывает гемодинамические показатели и коморбидное состояние пациентов, что значительно повышает точность прогноза развития заболевания.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате проведенного сравнительного анализа изучаемых критериев была выявлена следующая закономерность: СГС в 3-й, 4-й и 5-й степенях встречался гораздо чаще в группе с развившимся разрывом в период госпитализации и также в группе с уже свершившимся разрывом на момент поступления, однако практически не встречался в группе без разрыва в период наблюдения. То же можно сказать о СДА в 3-й и 4-й степени, наличии уплотненной парааортальной жировой клетчатки и размерах аневризмы более 7см, что свидетельствует о высокой прогностической значимости описанных изменений.

При оценке клинических и гемодинамических показателей было выявлено, что у пациентов с свершившимся разрывом гораздо чаще определяется брадикардия, гипотония, дискомфорт и боли в животе, что объясняется самим развитием осложнения. Прогностически значимых изменений выявлено не было. Также, при проведении сравнительного анализа, не были выявлены существенные различия при оценке коморбидного фона в изучаемых группах.

С целью выявления наиболее прогностически значимых сочетаний предикторов разрыва АБА и разработки формулы для оценки риска разрыва было проведено разделение 179 пациентов на две группы: 57 пациентов с разрывом и 122 без разрыва.

В результате проведенного сравнительного анализа с разделением пациентов на группы по факту наличия осложнения был выявлен дополнительный прогностически значимый признак – аортальный пузырек, остальные прогностически значимые критерии не потеряли своей актуальности.

При оценке клинико-инструментальных данных пациентов, было отмечено, что изучаемые критерии практически не встречаются изолированно друг от друга. Для определения наиболее важных сочетаний прогностически значимых критериев и вычисления формулы расчета риска разрыва был проведен дополнительный статистический анализ.

При статистическом исследовании с использованием дискриминантного анализа были выявлены переменные, с помощью которых можно достоверно выявить пациентов с высоким риском разрыва АБА и пациентов с низким риском. Этими переменными являются: уплотнение клетчатки, СДА, аортальный пузырек, СГС, толщина ПТМ и размеры АБА.

На основе данных статистического анализа была разработана формула дискриминантной функции, позволяющая с высокой прогностической точностью определить риск разрыва АБА:

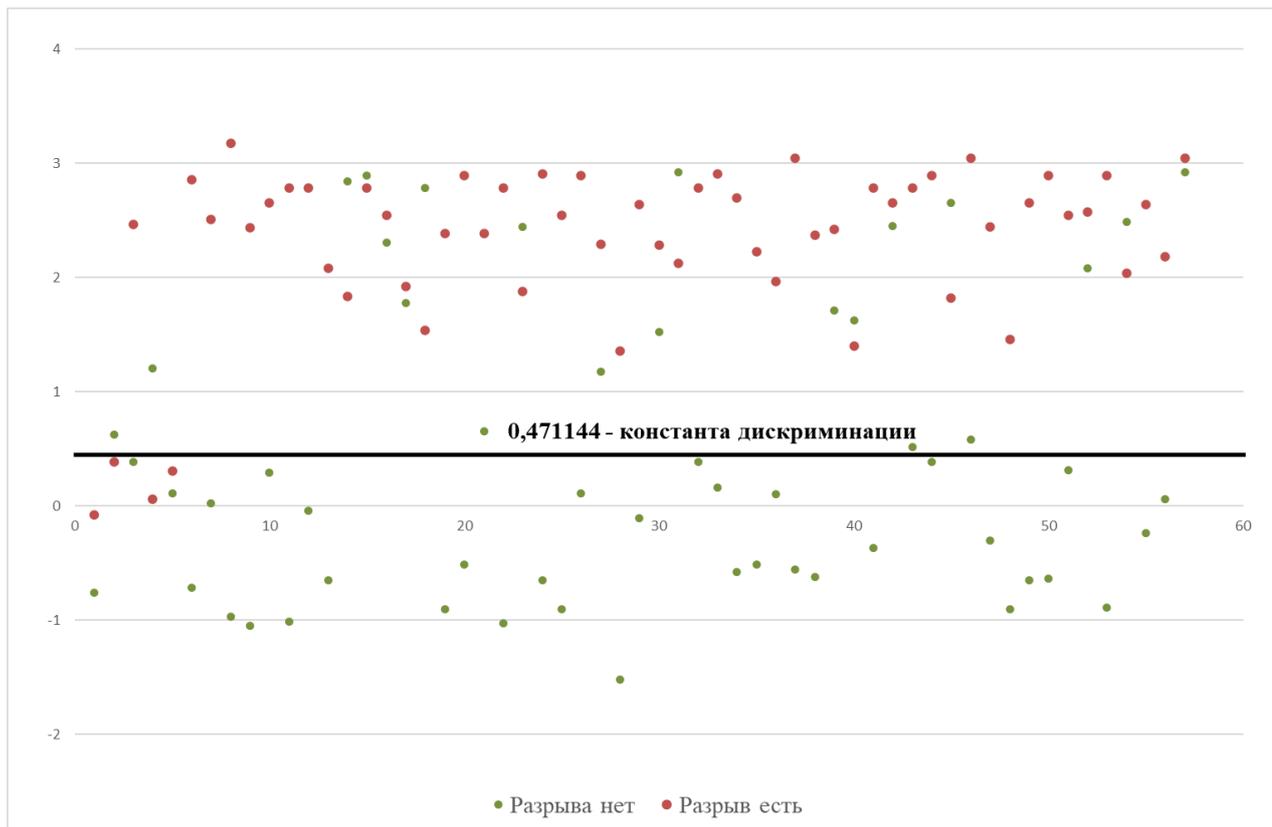
$F(x) = (\text{Уплот. клетчатки} \times 2,26909) + (\text{Ст. симптома драпирующей аорты} \times 0,34633) + (\text{ст. аортального пузырька} \times 0,24288) + (\text{Ст. симптома гипертензивного серпа} \times 0,13488) - (\text{ст. толщины ПТМ} \times 0,25643) + (\text{Ст. размеров} \times 0,32435) - 4,85034$

Результаты вычислений по данной функции напрямую зависят от стратификации изучаемых признаков и степени их выраженности (таблица 2). Представленные данные свидетельствуют об исключительной важности и высокой прогностической значимости стратификации изучаемых КТ- признаков и их комплексной оценки в сочетании друг с другом.

Таблица 2. Стратификация выраженности прогностически значимых КТ-признаков

Показатели		Степени выраженности
<i>Размеры АБА</i>	<i>до 5 см</i>	1
	<i>5-7 см</i>	2
	<i>более 7 см</i>	3
<i>Симптом гиперденсного серпа</i>	<i>нет</i>	1
	<i>до 1/4</i>	2
	<i>до 2/4</i>	3
	<i>до 3/4</i>	4
	<i>более 3/4</i>	5
<i>Симптом драпирующей аорты</i>	<i>нет</i>	1
	<i>прилежит</i>	2
	<i>по контуру позвонка</i>	3
	<i>по контуру позвонка и поясничных мышц</i>	4
<i>Аортальный пузырек</i>	<i>нет</i>	1
	<i>до 3 мм</i>	2
	<i>до 6 мм</i>	3
	<i>более 6мм</i>	4
<i>Уплотнение парааортальной клетчатки</i>	<i>нет</i>	1
	<i>есть</i>	2
<i>Толщина пристеночных тромботических масс.</i>	<i>до 10 мм</i>	1
	<i>10-30 мм</i>	2
	<i>30-50 мм</i>	3
	<i>50-60 мм</i>	4
	<i>более 60 мм</i>	5

При значениях функции 0,47 и выше прогнозировался высокий риск возникновения разрыва. При значениях ниже 0,47 – низкий риск разрыва (гистограмма 1).



Гистограмма 1. Распределение значений дискриминантной функции относительно константы дискриминанты у пациентов с АБА.

Процент правильных классификаций для группы без разрывов составил 86,9%, а для группы с разрывами – 91,23%.

Таким образом, полученные нами данные свидетельствуют о том, что МСКТ является высокоинформативным методом диагностики, позволяющим выявить мельчайшие структурные изменения аортальной стенки и прилежащих тканей. Использование предложенного специализированного протокола постпроцессинговой обработки полученных КТ-данных, а также выведенной формулы позволяет вычислить высокую степень риска разрыва аортальной стенки у больных с симптомными АБА, оценивать динамику состояния аортальной стенки даже у аневризм без признаков роста, определять разницу степени риска разрыва АБА вне зависимости от их размеров, а также выбирать оптимальную тактику лечения пациентов.

Для определения прогностически значимых критериев развития летального исхода у пациентов с симптомными АБА была проанализирована группа с свершившимся разрывом на момент поступления (46 пациентов), которые были разделены на подгруппы. Первую подгруппу (n=16) составили пациенты с благоприятным исходом, вторую группу (n=30) – пациенты с летальным исходом разрыва АБА.

Оценка влияния различных изучаемых признаков на вероятность неблагоприятного исхода осуществлена с помощью одномерной модели пропорциональных рисков Кокса.

В результате статистического анализа было выявлено, что по данным МСКТ результатов прогнозировать исход заболевания у пациентов с признаками разрыва АБА не представляется возможным. Однако, возраст пациентов более 70 лет и показатели артериального давления ниже 100/60 имеют высокую прогностическую значимость для оценки вероятности летального исхода.

Таким образом, в результате проведенного исследования было выявлено, что наличие высокого риска разрыва АБА можно расценивать как показание к экстренному оперативному вмешательству, низкого риска – к срочному или плановому хирургическому лечению. Предложенный выбор методики лечения пациента позволит существенно улучшить прогноз течения заболевания и снизить смертность от данной патологии. Достоинствами предложенного метода является возможность быстрого и точного определения степени риска разрыва уже на этапе приённого отделения, возможность определения разной степени риска разрыва у пациентов с АБА вне зависимости от размеров, а также удобство при оценке динамики развития аневризмы, даже при отсутствии ее роста.

ВЫВОДЫ

1. На основании данных МСКТ выявлены общие структурные изменения аортальной стенки и пристеночных тромботических масс у пациентов с аневризмами брюшной аорты, из которых наиболее значимыми являлись:

- симптом гиперденсного серпа в первой группе (без разрыва АБА) был определен в 30% случаев, во второй группе (разрыв АБА в период госпитализации) в 100% случаев, в третьей группе (разрыв на момент поступления) в 54%.

- симптом драпирующей аорты, в первой группе был выявлен в 31% случаев, во второй группе в 100% случаев, в третьей группе в 91%.

- уплотнение парааортальной клетчатки, в первой группе определялось в 16% случаев, во второй группе в 64% случаев, в третьей группе в 100%.

- толщина пристеночных тромботических масс в диапазоне от 30-50мм в первой группе была визуализирована в 21% случаев, во второй группе в 73% случаев, в третьей группе в 30%.

- аортальный пузырек в первой группе был определен в 7% случаев, во второй группе в 18% случаев, в третьей группе в 20%.

2. На основе детализации структурных изменений аортальной стенки и прилежащих тканей впервые разработана шкала, стратифицирующая наиболее значимые изменения по степени выраженности: размер АБА – 3 ст выраженности; симптом гиперденсного серпа – 5 степеней выраженности; симптом драпирующей аорты – 4 степени выраженности; аортальный пузырек – 4 ст выраженности; толщина ПТМ – 5 степеней выраженности.

3. Наиболее прогностически значимыми изменениями структурных изменений аортальной стенки, пристеночных тромботических масс и парааортальной клетчатки являются:

- Симптом гиперденсного серпа в 4 и 5 степени - СГС в 4 степени (распространённость до $\frac{3}{4}$ окружности аорты) чаще определялся в III группе с разрывом на момент поступления – 41,3%, во II группе с разрывом в госпитальном периоде определялся в – 18,2%, в I группе без разрыва – 4,9%. СГС в 5 степени (распространённость более $\frac{3}{4}$ окружности аорты) чаще встречается в III группе с разрывом на момент поступления – 54,5%, в I группе без разрывов – 4,9%, в группе с разрывом в госпитальном периоде СГС в 5-й степени не определялся

- Симптом драпирующей аорты в 4 степени - достоверно чаще встречается во II (62,5%) и III (81,1%) группах. В группе без разрыва данный признак встречался в 15,6%.

- Уплотнение парааортальной клетчатки – данный признак достоверно чаще встречается в III группе – 100%, а также в II группе - 63,6%, в I группе пациентов существенно реже – 16,4%.

- Толщина пристеночных тромботических масс более 30мм - ПТМ толщиной до 30-50 мм (3-я степень) достоверно чаще встречаются во II группе – 72,7% по сравнению с I и III группами – 21,3% и 30,4% соответственно.

4. Разработанная на основе сравнительного и статистического анализа формула позволяет определить высокую степень риска разрыва аортальной стенки у больных с симптомными АБА, оценить динамику состояния аортальной стенки даже у аневризм без признаков роста, определить разницу степени риска разрыва у пациентов с аневризмами одинаковых размеров, а также выбрать оптимальную тактику лечения пациентов. По данной формуле процент правильного прогнозирования для группы без разрывов аневризмы брюшной аорты составляет 86,9%, а для группы с разрывом аневризмы брюшной аорты – 91,23%.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Пациентам с подозрением на аневризму брюшной аорты уже на этапе приемного отделения необходимо проведение МСКТ исследования, включающего нативную и артериальную фазу сканирования.
2. Область исследования должна захватывать дистальную часть нисходящей грудной аорты и подвздошные артерии.
3. В постпроцессинговой обработке МСКТ данных необходимо учитывать размеры аневризмы, структуру парааортальной клетчатки и наличие таких признаков как симптом гиперденсного серпа, симптом драпирующей аорты, наличие аортального пузырька, а также толщину пристеночных тромботических масс.
4. В постпроцессинговой обработке МСКТ-данных необходимо проводить стратификацию выраженности выявленных изменений, что позволит рассчитать риск разрыва аневризмы.
5. Наличие предикторов разрыва аортальной стенки АБА и их прогностически значимые сочетания, указывающие на высокий риск разрыва аневризмы, целесообразно расценивать как рекомендацию к экстренному оперативному вмешательству.
6. При динамическом контроле АБА также необходимо оценивать динамику риска ее разрыва, даже если аневризма не увеличивается в размерах.
7. По МСКТ данным прогнозировать вероятность летального исхода у пациентов с признаками разрыва АБА не представляется возможным, однако возраст и цифры артериального давления имеют высокую прогностическую значимость.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

1. Сложности диагностики и пути оптимизации компьютерной томографии при острых поражениях аорты / Р.Ш. Муслимов, О.А. Забавская, Д.З. Тутова // Российский Электронный Журнал Лучевой Диагностики (REJR). – 2018. – Т. 8, № 1. – С. 174-184.
2. Возможности компьютерной томографии в выявлении признаков нестабильности аневризм брюшной аорты и предикторов их разрыва (обзор литературы) / Р.Ш. Муслимов, Д.З. Тутова // Диагностическая и интервенционная радиология. – 2019. – Т. 13, № 3. – С. 68-78.
3. Прогнозирование степени риска разрыва аневризмы брюшной аорты по данным компьютерной томографии / Д.З. Тутова, Р.Ш. Муслимов, Л.С. Коков, Л.Т. Хамидова, И.П. Михайлов // Вестник медицинского института "РЕАВИЗ": реабилитация, врач и здоровье. -2023. -Т. 13, № 3. - С. 32-40. [PDF]
4. Патент 2792768 13А Российская Федерация, МПК 51 А61В 6/02 (2022.08) Способ оценки степени риска разрыва аневризмы брюшного отдела аорты по данным компьютерной аортографии / Тутова Дана Зауровна (RU), Муслимов Рустам Шахисмаилович (RU), Хамидова Лайлаз Тимарбековна (RU), Петриков Сергей Сергеевич (RU), Михайлов Игорь Петрович (RU),

Коков Леонид Сергеевич (RU), Нунаева Аминат Майрбековна (RU); № 2022113245; заявл. 18.05.2022; опубл. 23.03.2023. - Бюл. № 9. - 19с.

5. Патент 2806520 13А Российская Федерация, МПК 51 А61В 6/03 (2023.08) Способ оценки степени риска разрыва аневризмы брюшного отдела аорты по данным компьютерной томографии / Тутова Дана Зауровна (RU), Муслимов Рустам Шахисмаилович (RU), Хамидова Лайла Тимарбековна (RU), Петриков Сергей Сергеевич (RU), Михайлов Игорь Петрович (RU), Коков Леонид Сергеевич (RU), Исаев Георгий Александрович (RU) ; № 2023108089; заявл. 31.03.2023; опубл. 01.11.2023. - Бюл. № 31. - 19с.

6. Результаты хирургического лечения больных с симптомными аневризмами брюшной аорты/ И.П. Михайлов, Г.А. Исаев, Л.С. Коков, Д.З. Тутова, А. М. Демьянов // Неотложная медицинская помощь, журнал им Н.В. Склифосовского. – 2024.-Т.13, №1.- С. 43-48.

Список сокращений

ВОЗ – всемирная организация здравоохранения
ССЗ – сердечно-сосудистые заболевания
ЧСС – частота сердечных сокращений
АБА – аневризма брюшной аорты
МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография
ВОА – восходящий отдел аорты
ЛЖ – левый желудочек
КА – корень аорты
ЦСА – цифровая субтракционная ангиография
ПТМ – пристеночные тромботические массы
СГС – симптом гиперденсного серпа
СДА – симптом драпирующей аорты
УЗИ - ультразвуковое исследование
ОПА – общие подвздошные артерии