

РАССЛОЕНИЕ АОРТЫ ПОСЛЕ КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ, АНАЛИЗ ДВУХ КЛИНИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Соборов М.А.*^{1,2}, Парфенов И.М.²,
Сердюков А.С.¹, Исмаилов С.С.¹,
Черникова Е.А.², Мироненко В.А.¹

¹ ФГБУ «Национальный медицинский

исследовательский центр

сердечно-сосудистой хирургии

им. А.Н. Бакулева», Москва

² ФGAOY BO «Первый Московский

государственный медицинский

университет им. И.М. Сеченова», Москва

DOI: 10.25881/20728255_2026_21_3_162

Резюме. Актуальность. Расслоение аорты после кардиохирургических вмешательств представляет серьёзную проблему, требующую индивидуализации показаний к протезированию восходящей аорты. Традиционные пороговые значения диаметра аорты ($\geq 5,5$ см) недостаточны для прогнозирования риска расслоения.

Цель. Продемонстрировать важность комплексной оценки риска расслоения аорты у пациентов после кардиохирургических операций на основе анализа двух клинических наблюдений.

Материал и методы. Представлены два наблюдения развития расслоения аорты типа А в отдалённом периоде после протезирования аортального клапана и аортокоронарного шунтирования. Проведён ретроспективный анализ предикторов расслоения: диаметр и морфометрия аорты, артериальная гипертензия, наличие двустворчатого аортального клапана, атеросклероз.

Результаты. У обоих пациентов расслоение аорты развилось при диаметре восходящей аорты $< 5,5$ см. Факторами риска выступали неконтролируемая артериальная гипертензия, атеросклероз, морфологические особенности аорты (удлинение, увеличенная кривизна). Своевременная диагностика и выполнение реконструктивных вмешательств позволили добиться благоприятных исходов.

Заключение. Диаметр аорты не должен быть единственным критерием для принятия решения о протезировании. Необходима мультипараметрическая оценка риска, включающая морфометрию аорты, индексирование по площади поверхности тела, оценку состояния сосудистой стенки и контроль артериальной гипертензии.

Ключевые слова: расслоение аорты, кардиохирургические операции, факторы риска, морфометрия аорты, профилактическое протезирование.

Классические показания для замены восходящей аорты у пациентов без манифестации клиники, основывающиеся на её диаметре (более 5,5 см у всех пациентов; 5,0 см при сопутствующих отягчающих факторах, 4,5 см при генетической патологии), критикуются, поскольку значительная доля острых расслоений возникает при меньших диаметрах, что вынуждает производить комплексную оценку риска, включающую морфометрию, индексирование по телосложению и особенности структуры стенки аорты. Многоцентровое исследование Tiran A.U. и соавт. продемонстрировало,

что 47,7% пациентов с острым расслоением аорты типа А имели диаметр восходящей аорты менее 4,5 см на момент события, то есть инцидент возникал при диаметре аорты ниже установленного в качестве показания для вмешательства в соответствии с рекомендациями, что подтверждает недостаточность одного размера диаметра как предиктора расслоения [1]. По данным регистра ACC/АНА 2022 существует необходимость индивидуализации порогов при наличии дополнительных рисков, что делает вопрос проведения операции пациентам с расширением аорты менее 5,0 см ак-

туальным [1–4]. Представлены клинические наблюдения лечения пациентов расслоением аорты после проведенных кардиохирургических операций, где, возможно, замену восходящей аорты нужно было выполнить во время первичного вмешательства.

Материалы и методы

Наблюдение 1.

Пациент П., 65 лет, поступил с жалобами на одышку и перебои в работе сердца. В анамнезе артериальная гипертензия более 5 лет, максимальные цифры АД 190/100 мм рт. ст., адаптирован к

AORTIC DISSECTION FOLLOWING CARDIAC SURGERY: ANALYSIS OF TWO CLINICAL CASES

Soborov M.A.*^{1,2}, Parfenov I.M.², Serdiukov A.S.¹, Ismailov S.S.¹, Chernikova E.A.², Mironenko V.A.¹

¹ Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow

² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow

Abstract. Background. Aortic dissection following cardiac surgery represents a significant clinical challenge, necessitating individualized indications for ascending aorta replacement. Traditional diameter thresholds (≥ 5.5 cm) are insufficient for predicting dissection risk.

Objective. To demonstrate the importance of comprehensive risk assessment for aortic dissection in post-cardiac surgery patients through analysis of two clinical cases.

Material and Methods. Two cases of type A aortic dissection developing in the late postoperative period after aortic valve replacement and coronary artery bypass grafting are presented. Retrospective analysis of dissection predictors was performed: aortic diameter and morphometry, arterial hypertension, bicuspid aortic valve, atherosclerosis.

Results. In both patients, aortic dissection occurred with ascending aorta diameter < 5.5 cm. Risk factors included uncontrolled arterial hypertension, atherosclerosis, and aortic morphological features (elongation, increased curvature). Timely diagnosis and reconstructive interventions resulted in favorable outcomes.

Conclusion. Aortic diameter should not be the sole criterion for prophylactic replacement decisions. Multiparametric risk assessment is required, including aortic morphometry, body surface area indexing, vascular wall evaluation, and strict blood pressure control.

Keywords: aortic dissection, cardiac surgery, risk factors, aortic morphometry, prophylactic replacement, bicuspid aortic valve, arterial hypertension.

* e-mail: masoborov@bakulev.ru



Рис. 1. МСКТ-аортография. Расслоение восходящего отдела, дуги и нисходящей грудной аорты с переходом на брахиоцефальные ветви.

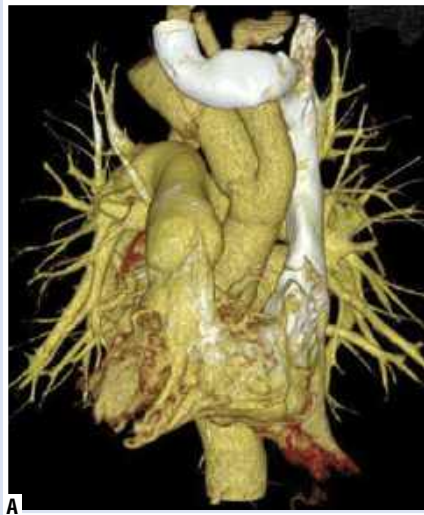
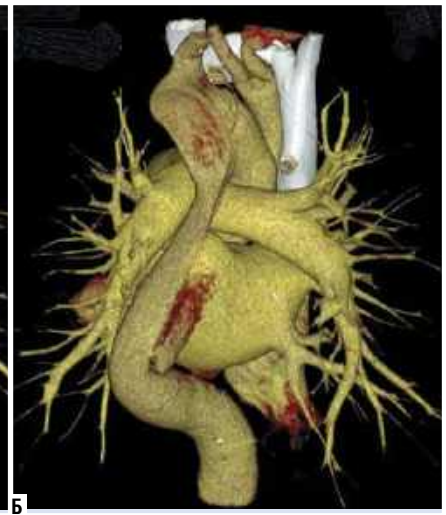


Рис. 2. Трёхмерная реконструкция МСКТ-аортографии после оперативного вмешательства. А – передняя проекция зоны реконструкции; Б – заднебоковая проекция с визуализацией протезированной дуги аорты.



130/60 мм рт. ст. Гипотензивную терапию получал нерегулярно. На ЭКГ – фибрилляция предсердий. На ЭхоКГ диаметр левого предсердия 5,4 см. Левый желудочек по Тейхольцу: КСР 5,1 см., КДР 7,2 см., КСО 123,8 мл., КДО 272,2 мл., УО 148,4 мл., ФВ 54,5%. Диаметр корня аорты – 4,7 см; восходящей аорты – 4,8 см. Аортальный клапан двухстворчатый, имеет место краевой мелкоочаговый фиброкальциноз, систолическое раскрытие несколько ограничено, базальное кольцо 2,5 см, пиковый градиент давления: 28,0 мм рт. ст., среднедиастолический 14,0 мм рт. ст., регургитация 3 степени. Толщина межжелудочковой перегородки 14 мм.

Заключение: двухстворчатый аортальный клапан, умеренный стеноз и недостаточность 3 степени. Расширение корня и восходящего отдела аорты. Дилатация левых камер сердца. Гипертрофия левого желудочка.

Выполнена операция протезирования аортального клапана механическим протезом №26. В течение последующих четырех лет регулярно наблюдался кардиологом. При очередном плановом осмотре на ЭхоКГ отмечено расширение восходящей аорты до 62 мм. При МСКТ расслоение восходящего отдела, дуги и нисходящей аорты, размеры восходящей аорты на уровне синусов Вальсальвы 54 мм, синотубулярный переход не прослеживается, восходящая аорта неравномерно расширена до 70–72 мм, максимально 74 мм, общая протяжённость расширения 115 мм от плоскости клапана аорты. Определяется расслоение стенки

аорты от верхнего края синусов Вальсальвы, ложный просвет прослеживается в восходящей аорте, дуге и нисходящей аорте до уровня Th10. Ширина истинного просвета 56 мм на уровне дуги близ устья брахиоцефального ствола (БЦС), далее 10–11 мм, в нисходящей аорте на уровне ствола легочной артерии 5 мм, дистально до 15 мм. Фенестрации интимы определяются на уровне устьев БЦС и левой общей сонной артерии (ЛОСА) и дистально на уровне Th10 перед окончанием участка расслоения (Рис. 1).

Выполнено репротезирование аортального клапана и протезирование восходящей аорты по методике Bentall de Bono, сегментарное протезирование дуги аорты, протезирование брахиоцефального ствола и левой общей сонной артерии (Рис. 2).

Послеоперационный период осложнился нижнедолевой правосторонней пневмонией и острой почечной недостаточностью. Осложнения регрессировали на фоне проводимой терапии. Выписан на 18-е сутки для наблюдения и дальнейшего этапного инвазивного лечения. В послеоперационном периоде через год выполнена имплантация фенестрированного стент-графта в дистальную часть дуги и верхнюю треть нисходящей грудной аорты с имплантацией стент-графта в левую подключичную артерию и имплантация еще одного стент-графта среднюю и дистальную треть нисходящей грудной аорты (Рис. 3). Послеоперационный период протекал без особенностей.



Рис. 3. Послеоперационная МСКТ-аортография.

Наблюдение 2.

Пациент Ш., 61 год, поступил с жалобами на одышку при незначительной физической нагрузке, давящие боли за грудиной, боли в ногах при ходьбе, преимущественно справа. В анамнезе длительное время артериальная гипертензия до 200/130 мм рт. ст., привычные цифры АД 150/100 мм рт. ст. Шесть лет назад по поводу ИБС выполнено маммарокоронарное шунтирование передней межжелудочковой ветви (МКШ ПМЖВ), аорто-



Рис. 4. Трёхмерная реконструкция КТ-ангиографии грудного и брюшного отделов аорты с распространением расслоения на нисходящую грудную и брюшную аорту.

коронарное шунтирование ветви тупого края и задней межжелудочковой ветви (АКШ ВТК, ЗМЖВ). После операции имели место периодические сжимающие боли в грудной клетке умеренного характера. Ухудшение состояния возникло на фоне повышенной физической нагрузки, когда появились жгучие боли за грудиной, с иррадиацией в спину, живот, онемение правой голени. По данным ЭхоКГ: КСО 42,0 мл; КДО 120,0 мл; УО 78,0 мл; ФВ 65,0%. Диаметр аорты: корень 41 мм; восходящая 67 мм; дуга 45 мм; в просвете линейный, циркулярный эхо сигнал на расстоянии 15 мм от фиброзного кольца с истинным каналом по передней стенке диаметром 24 мм, ложный 22 мм. Аортальный клапан: три комиссуры, краевое уплотнение створок, нарушение кооптации, фиброзное кольцо 25 мм, регургитация 2,5–3 степени.

КТ-ангиография грудного и брюшного отделов аорты с шунтографией, захватом артерий таза и в 3/4 бедра: признаки расслаивающей аневризмы грудной и брюшной аорты I-го типа ДеБейки, с частично тромбированным ложным просветом в восходящем отделе и наличием зон компрессии истинного просвета в



Рис. 5. Послеоперационная МСКТ-аортография, 3D-реконструкция аорты. А – визуализация зоны реконструкции после хирургического вмешательства; Б – альтернативная проекция той же зоны реконструкции.

инфраренальном отделе и на уровне артерий таза с обеих сторон (Рис. 4).

Больному выполнено раздельное протезирование аортального клапана механическим протезом № 24 и восходящей аорты с полным протезированием дуги по методике «хобот слона» с реимплантацией брахиоцефальных артерий на единой площадке и реимплантацией в протез аорты венозных шунтов ВТК и ПКА, резекция вторичных хорд передней створки митрального клапана трансаортально, шовная аннулопластика трикуспидального клапана по Де Вега, в условиях адаптивной перфузии, циркуляторного ареста, антеградной унилатеральной перфузии головного мозга и висцеральной перфузии (Рис. 5).

Послеоперационный период протекал гладко. Выписан под наблюдение кардиолога по месту жительства. Через полгода после вмешательства при контрольном ЭхоКГ исследовании: функция протеза удовлетворительная, пластики состоятельны. Глобальная систолическая функция левого желудочка удовлетворительная.

Обсуждение

Расслоение аорты после кардиохирургических вмешательств формирует особую клинко-хирургическую категорию пациентов с иными факторами риска, техническими сложностями и исходами по сравнению со «спонтанным» расслоением аорты, что согласуется с современными данными и рекомендациями 2022 ACC/AHA о необходимости

индивидуализации показаний к вмешательству и оценке рисков [4].

По данным работы Ahmed M. и соавт. пациенты с предшествующей операцией на сердце, перенесшие острое расслоение аорты типа А, имеют более высокий уровень летальности по сравнению с пациентами без операции в анамнезе (отношение рисков RR = 0,60; 95% ДИ = 0,48–0,74). Основные причины худших исходов у пациентов с операцией в анамнезе: повторное повреждение аортальной стенки, адгезии и сложности при повторных вмешательствах, более высокий риск кровотечений и более длительное хирургическое вмешательство. Авторы подчеркивают необходимость индивидуализированного подхода и специализированных стратегий ведения пациентов с острым расслоением аорты типа А, имеющих кардиохирургические операции в анамнезе, чтобы снизить риски и улучшить результаты. Также в работе указано, что у пациентов с предшествующими кардиохирургическими операциями при остром расслоении аорты типа А выше госпитальная летальность, продолжительнее время ИК и время пережата аорты, чем у больных без предшествующих вмешательств. Это согласуется с нашими клиническими наблюдениями у пациентов после протезирования аортального клапана и АКШ, где факторы рестернотомии, адгезиолизиса и уязвимость восходящей аорты вероятно увеличивали риск и сложность повторной операции [5].

После кардиохирургических операций расслоение аорты также может возникнуть вследствие ятрогении [6]. В работе Yuan X. и соавт. указываются критические точки риска: участки канюляции, области пережатия аорты, зоны проксимальных анастомозов венозных шунтов и места введения кардиоплегии, большинство расслоений аорты относятся к типу А и требуют немедленной операции [7]. Риск развития расслоения аорты после кардиохирургического вмешательства повышают такие факторы, как: предшествующая патология аорты (атеросклероз, кальцификация, утолщение стенки), возраст пациента, артериальная гипертензия, длительное время операции, повреждения аорты во время манипуляций, недостаточный контроль давления и опыт хирурга [7]. В представленных наблюдениях причиной расслоения могло послужить наличие артериальной гипертензии и генерализованного атеросклероза, что возможно повлияло на состояние стенки аорты, увеличивая риск расслоения и опасность нового вмешательства.

Также, необходимо учитывать морфологию аорты. В статье Li B. и соавт. было отмечено, что увеличение длины и диаметра восходящей аорты вместе с меньшим углом изгиба аорты являются потенциальными факторами риска для развития острого расслоения типа А [8]. По данным Международного регистра расслоения аорты в 60% случаев диаметр аорты составлял менее 5,5 см до расслоения, а в 40% случаев – менее 4,5 см [9]. Таким образом, вероятно, нецелесообразно использовать только диаметр в качестве прогностического показателя для острого расслоения аорты типа А, а использовать несколько факторов риска, способных привести к расслоению. К примеру, морфологию аорты, структуру её стенки и степень «старения» аорты, вследствие которого происходит утрата её эластичности и удлинение аорты, с утончением её стенки [10]. В статье Sun L. с соавт. также обсуждаются морфологические показатели аорты. В частности, рассматривается индекс кривизны аорты, показывающий степень изогнутости, который выделен как значимый параметр для оценки риска расслоения. Авторы отмечают, что длина и кривизна восходящей аорты могут быть более информативными признаками риска расслоения восходящей аорты, чем только диаметр. Считается, что удлинение аорты связано с возрастными измене-

ниями и ослаблением стенки аорты, что усиливает риск расслоения. Среди пациентов с расслоением длина аорты не коррелировала с возрастом, что может указывать на преждевременное старение аортальной стенки у данной категории пациентов. Авторы подчеркивают важность включения длины и кривизны аорты в клинические критерии оценки риска расслоения восходящей аорты для улучшения выявления групп высокого риска. Таким образом, авторы предлагают использовать длину и кривизну восходящей аорты как важные морфологические показатели, дополняющие измерение диаметра, для более точной оценки риска острого расслоения аорты типа А [10]. В другой статье Sun L. с соавт. рассмотрели показатели риска расслоения при недостаточном диаметре аорты для определения показаний к операции. Авторы ретроспективно проанализировали данные 201 пациента с расслоением аорты и 83 пациентов с расширением восходящей аорты 3,5–5,0 см, количественно оценив длину восходящей аорты (AAL) и новый показатель извилистости – Thoracic Aortic Bending Index (TABI – длина центра линии от корня до устья левой подключичной артерии / прямое расстояние между этими точками). AAL – это фактическая длина восходящей аорты по ее центру от клапана до начала плечевого ствола, то есть насколько «вытянута» аорта, а TABI – это числовая оценка «кривизны» траектории от корня аорты до устья левой подключичной артерии: чем более изогнута и петлистая аорта, тем выше показатель [11]. Среди 201 пациента с расслоением аорты у 78% диаметр был <5 см, а у 37% – <4 см, это подтверждает, тот факт, что возникновение расслоения часто случается при «небольших» диаметрах. При равных диаметрах и схожих клинических признаках у пациентов с расслоением аорты длина и изгиб аорты были больше, чем у пациентов с расширением аорты без её расслоения. Большая длина и извилистость создают дополнительные механические нагрузки и сдвиговые напряжения на стенку аорты, повышая шанс разрыва даже при относительно небольшом диаметре. [11]. Таким образом, по мнению авторов помимо диаметра аорты необходимо оценивать извитость и длину аорты, чтобы выявить прогнозируемое расслоение.

Расслоение аорты может протекать без выраженной манифестации клинической симптоматики, что повышает уровень опасности данного осложне-

ния, о чем свидетельствуют оба наши наблюдения. В статье, описанной Mahdi A. и соавт. демонстрируется наблюдение пациента, у которого после АКШ выявлено обширное расслоение восходящего отдела и дуги аорты без выраженных болевых симптомов, его беспокоили только периодически возникающие приступы одышки. Авторы подчеркивают важность высокого уровня настороженности и тщательного послеоперационного мониторинга для раннего выявления подобных асимптомных осложнений [12]. Во втором наблюдении соответствующего мониторинга скорее всего не проводилось, что привело к манифестации симптомов и проведению повторной сложной операции. У пациента после изолированного протезирования аортального клапана благодаря мониторингу удалось выявить расслоение восходящего отдела аорты, что подчеркивает необходимость внимательного наблюдения и своевременного вмешательства для предотвращения катастрофических осложнений.

В обоих наблюдениях следовало обратить внимание на дополнительные факторы риска, такие как, выраженная не контролируемая артериальная гипертензия, увеличенный диаметр аорты по данным ЭхоКГ – 4,7 см, наличие распространенного атеросклеротического процесса, параметры аорты перед операцией, включая дополнительные факторы, такие как угол наклона и длину восходящей аорты, а также, состояние её стенки во время операции. Возможно, в этой ситуации дополнительные данные могла бы дать срочная биопсия стенки аорты, более оправданная в случае протезирования аортального клапана. Тем не менее, в настоящее время такое исследование считается не целесообразным вследствие длящейся ишемии миокарда у больного, во время его проведения.

Возможно, если бы этим больным во время первой операции была бы произведена замена восходящей аорты, в дальнейшем им бы не пришлось выполнять столь обширные и опасные вмешательства по замене восходящего отдела и дуги аорты в экстренных условиях и подвергать их более высокому риску, чем при первичном вмешательстве.

В статье, представленной Pape L.A. с соавт. проанализирован 591 случай острого расслоения типа А за 1996–2005 гг. с оценкой максимального диаметра восходящей аорты и клинико-

анамнестических факторов. Средний диаметр при поступлении составлял 5,3 см, при этом у 59% он был меньше 5,5 см и у 40% – меньше 5,0 см, что указывает на то, что у большинства пациентов не был достигнут традиционный порог для проведения операции в соответствии с рекомендациями. Даже при «нормальном» диаметре <4,0 см встречались случаи расслоения аорты, и у 51% таких больных отсутствовали классические факторы риска, такие как гипертония, синдром Марфана или двустворчатый аортальный клапан. Для расслоения аорты при диаметре <5,5 см значимыми предикторами были артериальная гипертензия, иррадирующая боль и старший возраст. При двустворчатом аортальном клапане и наследственных формах аортопатии встречаются расслоения аорты при меньших размерах [13]. В представленных нами наблюдениях у обоих пациентов имела место артериальная гипертензия, которая возможно и повлияла на развитие расслоения аорты в отдаленном периоде, в первом случае у пациента была патология клапана (двустворчатый аортальный клапан), которая могла являться предиктором расслоения в послеоперационном периоде. В ретроспективном когортном исследовании Lopez Perez N. и соавт. было предложено использовать простой показатель RADAR: сравнить диаметр нисходящей аорты с диаметром восходящей аорты до разрыва [14]. Если диаметр восходящей аорты значительно увеличивался относительно нисходящей, то риск расслоения становился выше. В большинстве изученных случаев расслоение аорты происходило, когда восходящая аорта не достигала большого расширения: в среднем расширение аорты составило 4,1 см, то есть намного меньше привычного порога 5,5 см. По мнению авторов ориентироваться только на абсолютный диаметр аорты (например, 5,5 см) довольно рискованно; стоит учитывать также пропорции между отделами аорты. RADAR предлагают использовать вместе с другими предикторами, такими как удлинение аорты, индексированные по площади поверхности тела диаметры, изъязвление и наличие двустворчатого клапана и другими, для выявления пациентов, которым угрожает развитие расслоения аорты при её расширении менее 5,5 см и определения тактики предотвращения фатальных осложнений [14].

Двустворчатый аортальный клапан (ДАК) также стоит рассматривать, как предиктор расслоения аорты. [15]. В современном обзоре

Rodríguez-Palomares J.F. с соавт. представили ряд причин аортопатии, способных привести к расслоению аорты. У пациентов с ДАК имеется наследственная предрасположенность к формированию дефектов меди аорты (например, ассоциации с вариантами NOTCH1, ACTA2, FBN1/TGFBR и др.), семейная агрегация, что приводит к частой дилатации аорты уже в детском и даже фетальном периоде. Такие пациенты обладают иной гемодинамикой: эксцентрическая высокоскоростная струя, выраженная спиральность, ретроградный поток, рост турбулентной кинетической энергии и вязких потерь приводят к асимметричному повышению и перераспределению касательного напряжения, что ассоциировано с местным расширением восходящей аорты и дуги. Аортопатия при ДАК характеризуется дегенерацией меди: фрагментацией и истончением эластиновых и коллагеновых волокон, потерей гладкомышечных клеток, дисбалансом матриксных металлопротеиназ, ингибиторов и утратой микрофибрилл фибриллина 1. Местное повышение касательного напряжения стенки ассоциировано с истончением эластических волокон, повреждением меди и дисрегуляцией внеклеточного матрикса, причём наибольшие гистологические изменения выявляются в зонах воздействия струи. Эти структурные изменения определяются по всей проксимальной грудной аорте и могут присутствовать даже при нормальной функции клапана, что согласуется с комбинированным воздействием врожденной уязвимости стенки и хронической гемодинамической нагрузки [15–18]. Представленные причины могут служить предиктором расслоения аорты после кардиохирургических операций, что согласуется с нашим наблюдением первого пациента, у которого до первой операции имел место ДАК.

В работе Karadzha A. с соавт. описаны фатальные случаи расслоения восходящей аорты до операции с сочетанием факторов, выходящих за рамки одного лишь диаметра: пожилой возраст, артериальная гипертензия, выраженный атеросклероз стенки аорты, тип локализации разрыва интимы и фенотип расслоения аорты, при котором исход чаще молниеносный даже при меньшем, чем целевой, диаметре аорты [19]. В представленных нами клинических наблюдениях у пациентов имеются артериальная гипертензия, а также атеросклероз, что могло повлиять на развитие расслоения

аорты, ввиду повреждения её стенки. Таким образом, необходимо определять стратификацию риска, учитывая не только диаметр аорты, но и возраст, наличие артериальной гипертензии, признаки атеросклероза восходящей аорты, совокупность клинических симптомов и дополнительные маркеры уязвимости стенки.

Заключение

Расслоение аорты после кардиохирургических вмешательств представляет серьезную проблему и обусловлено рядом факторов, включая особенности сосудистой стенки, исходное состояние аорты, тип предшествующей операции и индивидуальные анатомические особенности пациентов. Представленные наблюдения и анализ современных исследований демонстрируют важность мультидисциплинарного подхода к ранней диагностике, оптимизации хирургической тактики и послеоперационного наблюдения для своевременного выявления и снижения летальности при данном осложнении. Вопрос о факторах-предикторах расслоения аорты требует дополнительных исследований и разработки алгоритмов профилактики и лечения данной патологии.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Tirpan AU, Dolmaci OB, Jansen EK, et al. Comparison of cardiovascular risk profiles of patients with type A aortic dissection and thoracic aortic aneurysm: a retrospective multicentre study. *BMJ Open*. 2025; 15(9): e097306. doi: 10.1136/bmjopen-2024-097306.
2. Flower L, Arrowsmith JE, Bewley J, et al. Management of acute aortic dissection in critical care. *J Intensive Care Soc*. 2023; 24(4): 409–418. doi: 10.1177/17511437231162219.
3. Sorber R, Hicks CW. Diagnosis and Management of Acute Aortic Syndromes: Dissection, Penetrating Aortic Ulcer, and Intramural Hematoma. *Current cardiology reports*. 2022; 3(24): 209–216. doi: 10.1007/s11886-022-01642-3.
4. Isselbacher EM, Preventza O, Hamilton Black J 3rd, et al. 2022 ACC/AHA Guideline for the Diagnosis and Management of Aortic Disease: A Report of the American Heart Association/American College of Cardiology Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2022; 146(24): e334–e482. doi: 10.1161/CIR.0000000000001106.
5. Ahmed M, Alim Ur. Rahman H, Fahim MAA, et al. Acute type A aortic dissection in patients with non-prior cardiac surgery vs. prior cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Front Cardiovasc Med*. 2024; 26(11): 1438556. doi: 10.3389/fcvm.2024.1438556.

6. von Aspern K, Leontyev S, Etz CD, et al. Iatrogenic Type A Aortic Dissection: Challenges and Frontiers-Contemporary Single Center Data and Clinical Perspective. *Aorta (Stamford)*. 2022; 10(4): 201-209. doi: 10.1055/s-0042-1756670.
7. Yuan X, Sun Y, Chen H, et al. Evidence in Cardiovascular Anesthesia (EICA) Group. Iatrogenic aortic dissection in patients undergoing coronary artery bypass grafting surgery: A systemic review of published literatures. *Medicine (Baltimore)*. 2024; 103(12): e37472. doi: 10.1097/MD.00000000000037472.
8. Li B, Meng X, Fu C, et al. The correlation study between the length and angle of ascending aortic and the incidence risk of acute type A aortic dissection. *Front. Cardiovasc. Med.* 2024; 25(11): 1375601. doi: 10.3389/fcvm.2024.1375601.
9. Evangelista A, Isselbacher EM, Bossone E, et al. Insights From the International Registry of Acute Aortic Dissection: A 20-Year Experience of Collaborative Clinical Research. *Circulation*. 2018; 137(17): 1846-1860. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.031264.
10. Sun L, Li X, Wang G, et al. Relationship Between Length and Curvature of Ascending Aorta and Type a Dissection. *Front Cardiovasc Med.* 2022; 9: 927105. doi: 10.3389/fcvm.2022.927105.
11. Sun L, Li H, Feng X, et al. Morphological risk of acute type A aortic dissection in the mildly to moderately dilated aorta. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2024; 65(1): ezae016. doi: 10.1093/ejcts/ezae016.
12. Mahdi A, Akkawi AR, Mahdi M, Farhoud H. The Silent Threat: A Case of Iatrogenic Asymptomatic Aortic Dissection Post Coronary Artery Bypass Grafting. *Cureus*. 2023; 15(6): e41035. doi: 10.7759/cureus.41035.
13. Pape LA, Tsai TT, Isselbacher EM, et al. International Registry of Acute Aortic Dissection (IRAD) Investigators. Aortic diameter >or = 5.5 cm is not a good predictor of type A aortic dissection: observations from the International Registry of Acute Aortic Dissection (IRAD). *Circulation*. 2007; 116(10): 1120-7. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.702720.
14. Lopez PN, Reymond P, Cikirikcioglu M, et al. Aortic Dilatation on the Edge of Dissection-Do We Operate Too Late? The Ratio between Ascending and Descending Aorta Diameter (RADAR). *J Clin Med*. 2023; 12(13): 4400. doi: 10.3390/jcm12134400.
15. Rodríguez-Palomares JF, Dux-Santoy L, Guala A, et al. Mechanisms of Aortic Dilation in Patients With Bicuspid Aortic Valve: JACC State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol*. 2023; 82(5): 448-464. doi: 10.1016/j.jacc.2022.10.042.
16. Сухачева Т.В., Пеняева Е.В., Соборов М.А. и др. Сравнительный анализ изменений морфологии стенки восходящей аорты у пациентов с двустворчатым и трехстворчатым аортальным клапаном при ее аневризме // *Клин. экп. морфология*. – 2024. – №13(4). – С.18-28. [Sukhacheva T.V., Penyaeva E.V., Soborov M.A. et al. Comparative analysis of morphological changes in the wall of the ascending aorta in patients with bicuspid and tricuspid aortic valves in aortic aneurysm. *Clin. exp. morphology*. 2024; 13(4): 18-28. (In Russ.)] doi: 10.31088/CEM2024.13.4.18-28.
17. Миرونенко В.А., Соборов М.А., Городков А.Ю., Бокерия Л.А. Особенности кровотока в аорте как критерий эффективности реконструктивных вмешательств // *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН*. – 2021. – №22(5). – С.508-14. [Mironenko VA, Soborov MA, Gorodkov AYU, Bokeria LA. Features of blood flow in the aorta as a criterion for the effectiveness of reconstructive interventions. *Byulleten' NCSSH im. A.N. Bakuleva RAMN*. 2021; 5(22): 508-514. (In Russ.)] doi: 10.24022/1810-0694-2021-22-5-508-514.
18. Голухова Е.З., Пурсанова Д.М., Тхашокова Л.Р. и др. Трансторакальная ультразвуковая оценка биомеханики восходящей аорты при аневризме: сопоставление с гистологическими данными // *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН*. – 2025. – №26(1). – С.31-41. [Golukhova EZ, Pursanova DM, Tkashokova LR, et al. Transthoracic ultrasound assessment of biomechanics of the ascending aorta in aneurysm: comparison with histologic findings. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases*. 2025; 26(1): 31-41. (In Russ.)] doi: 10.24022/1810-0694-2025-26-1-31-41.
19. Karadzha A, Schaff HV, Frye RL, et al. Post-mortem examination of fatal acute type A aortic dissection: what does it teach us? *Eur J Cardiothorac Surg*. 2024; 65(1): 432. doi: 10.1093/ejcts/ezad432.