# ДИНАМИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ПАЦИЕНТАМИ С РАСШИРЕНИЕМ ГРУДНОГО ОТДЕЛА АОРТЫ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

**Кочанова Е.А.*[1, 3], Мочалов П.А.[2, 3], Прокудина М.Н.[2], Хубулава Г.Г.[4]**

[1] *ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова», Санкт-Петербург*
[2] *ООО «Международный центр сердца», Санкт-Петербург*
[3] *ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Минздрава России, Санкт-Петербург*
[4] *ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова», Санкт-Петербург*

DOI: 10.25881/20728255_2026_21_4_131

**Резюме.** Ведение пациентов с дилатацией восходящего отдела грудной аорты представляет собой сложную клиническую задачу, требующую стратификации риска и дифференцированного подхода к срокам и методам инструментального контроля, с учетом бессимптомного течения и высокого риска развития летальных осложнений, таких как острый аортальный синдром. В настоящем обзоре систематизированы современные данные об эпидемиологии и факторах риска развития и прогрессирования данной патологии.

Основной целью работы стал анализ международных (ESC 2024, AHA/ACC 2022) и российских клинических рекомендаций (2025), посвященных динамическому наблюдению за пациентами с дилатацией грудной аорты. В статье детально рассмотрены алгоритмы мультимодальной визуализации и представлен дифференцированный подход к определению сроков мониторинга в зависимости от диаметра аорты, скорости прогрессирования и этиологии поражения. Особое внимание уделено сравнительному анализу расхождений в международных руководствах, касающихся частоты наблюдения при умеренной дилатации аорты (40–44 мм), а также специфике ведения особых групп: пациентов с наследственными аортопатиями, беременных и спортсменов. Особенность данного обзора заключается в комплексной оценке современных рекомендаций с акцентом на их практическую применимость и необходимость персонализированного подхода, позволяющего своевременно выявлять показания к хирургическому лечению и минимизировать необоснованные диагностические исследования.

**Ключевые слова:** дилатация аорты, грудная аорта, динамическое наблюдение, мультимодальная визуализация.

## MONITORING OF PATIENTS WITH THORACIC AORTIC DILATION: MODERN APPROACHES AND PROSPECTS

**Kochanova E.A.*[1, 3], Mochalov P.A.[2, 3], Prokudina M.N.[3], Khubulava G.G.[4]**

[1] *S.M. Kirov State Military Medical Academy, Saint-Petersburg*
[2] *Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint-Petersburg*
[3] *«International Heart Center», Saint-Petersburg, Russian Federation*
[4] *Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, St. Petersburg*

**Abstract**. Management of patients with dilatation of the ascending thoracic aorta represents a complex clinical task requiring risk stratification and differential approach to the follow up and methods of instrumental monitoring, considering the asymptomatic course and high risk of fatal complications such as acute aortic syndrome. This review systematizes current data on the epidemiology and risk factors for the development and progression of this pathology.

The main aim of the research was to analyze international (ESC 2024, AHA/ACC 2022) and Russian clinical guidelines (2025) concerning the dynamic follow-up of the patients with thoracic aortic dilatation. The article provides a detailed examination of multimodal imaging algorithms and presents a differential approach to determining monitoring intervals based on aortic diameter, progression rate, and etiological factors. Special attention is devoted to the comparative analysis of discrepancies in international guidelines concerning the frequency of follow-up for moderate dilatation (40–44 mm), as well as the specific management of special patient groups: those with hereditary aortopathies, pregnant women and athletes. The peculiarity of this review lies in its comprehensive assessment of current recommendations with an emphasis on their practical applicability and the necessity of a personalized approach, enabling timely identification of indications for surgical treatment while minimizing unjustified diagnostic studies.

**Keywords:** ascending aorta aneurysms; diagnostic imaging; prevention and control.

## Введение

Расширение восходящего отдела грудной аорты является серьезной патологией, требующей мультидисциплинарного подхода. Заболевания аорты представляют серьезную угрозу для жизни пациентов из-за риска развития внезапных осложнений, таких, как острый аортальный синдром [1], при котором по данным Г.Г. Хубулава и соавт. общая госпитальная летальность превышает 40% [2]. Динамическое наблюдение за данной группой пациентов остается одним из ключевых элементов в стратегии ведения, позволяя своевременно определить показания к хирургическому вмешательству.

В последние годы клинические рекомендации по ведению пациентов с заболеваниями аорты активно обновляются, что требует четкого структурирования данных для практикующих врачей [3–5].

Актуальность данного вопроса обусловлена отсутствием единых стандартов динамического наблюдения, вариабельностью скорости прогрессирования патологии и необходимостью индивидуального подхода к выбору сроков хирургического лечения.

Представлен дифференцированный подход к тактике ведения пациентов с дилатацией восходящего отдела грудной аорты в зависимости от степени дилатации, скорости прогрессирования заболевания и сопутствующих факторов риска.

## Эпидемиология и факторы риска развития дилатации восходящего отдела грудной аорты

Дилатация восходящего отдела аорты является клинически значимой патологией, распространенность которой в общей популяции составляет от 5 до 10 случаев на 100 000 населения в год [5]. Мужской пол, возраст, рост, масса тела и наличие традиционных сердечно-сосудистых факторов риска коррелируют с увеличением размера аорты в крупных популяционных исследованиях [6].

* e-mail: kse537@gmail.com

Согласно данным исследования E. Swahn и соавт. (2023), проведенному в Швеции среди населения среднего возраста от 50 до 65 лет, распространенность дилатации восходящего отдела аорты (диаметр аорты ≥40 мм) составила 1,4%, причем у мужчин она встречалась в 2,1% случаев, а у женщин – в 0,6% [7].

Патология грудной аорты протекает бессимптомно у подавляющего большинства пациентов и часто является случайной находкой при проведении ЭхоКГ или МСКТ органов грудной клетки.

В работе группы исследователей при ретроспективной оценке данных протоколов ЭхоКГ 84 851 пациентов НМИЦ им. Алмазова за период с 2010 по 2018, у 15,4% (n = 13 050) было выявлено расширение восходящей аорты более 40 мм [8].

При проведении ретроспективного анализа данных протоколов МСКТ органов грудной клетки, из 227 149 выполненных по общим показаниям с применением технологий искусственного интеллекта, в исследовании А.В. Соловьёва и соавт. (2024), в 13,3% случаев выявлены признаки дилатации грудной аорты, а в 0,8% - аневризмы аорты. Распространенность аневризм грудной аорты в г. Москве составила 12,4 случая на 100 тыс. человек [9].

По данным S. Petteri Kauhanen и соавт. (2020) при анализе 1000 последовательных протоколов диагностической МСКТ коронарографии, распространенность дилатации восходящего отдела грудной аорты составила 23,0% среди всех обследованных пациентов (52,5% мужчин) [10]. В подгруппе пациентов без ИБС или бикуспидального аортального клапана (БАК) или механического аортального клапана распространенность дилатации грудного отдела аорты составила 15,1% (n = 365) [10].

**Генетические нарушения** занимают особое место среди факторов риска. Среди пациентов с синдромом Марфана наблюдается дилатация восходящего отдела грудной аорты более чем у 50% детей (за исключением детей с неонатальным синдромом Марфана) и примерно у 80% взрослых [11]. В отдельную группу выделяют пациентов с диагностированным БАК, как наиболее распространенным врожденным пороком сердца среди взрослых. Установлено, что у таких пациентов частота встречаемости патологии грудной аорты больше в 8 раз, чем в общей популяции [12]. Другие наследственные синдромные аортопатии, такие как синдромы Лойса-Дитца, сосудистый тип Элерса-Данлоса, синдром Тернера приводят к расширению восходящего отдела грудной аорты в 20-35%, а к диссекции аорты типа А у 1–16% пациентов в зависимости от конкретной генетической мутации [13].

**Гемодинамические факторы** играют ключевую роль в патогенезе дилатации. Артериальная гипертензия, особенно неконтролируемая, увеличивает риск развития дилатации восходящего отдела грудной аорты примерно в 2–4 раза и выявляется у 9–17% пациентов [14–16]. Расширение восходящей аорты часто наблюдается у пациентов с патологией аортального клапана, в частности, значимый аортальный стеноз с градиентом давления более 40 мм рт. ст. [17], как и гемодинамически значимая аортальная регургитация ассоциированы с увеличением риска и скорости расширения диаметра восходящей аорты [18].

**Воспалительные и дегенеративные процессы** составляют отдельную группу факторов риска. Атеросклеротическое поражение аорты и проатерогенные липидные профили ассоциированы с увеличением диаметра восходящей аорты и прогрессирующей дилатацией у некоторых групп населения [19–21], однако другие исследования не обнаруживают значимой связи между атеросклерозом и вероятностью дилатации восходящей аорты [22]. Особого внимания заслуживают системные воспалительные заболевания. Данные о распространённости аутоиммунного аортита полученные при анализе патоморфологии после хирургического лечения составляют от 1,8 до 8,8% [23]. Гигантоклеточный артериит ассоциирован с повышением риска развития аневризмы и/или расслоения стенки аорты [24].

**Модифицируемые факторы** риска также вносят значимый вклад в развитие дилатации грудной аорты. Курение, являясь одним из наиболее агрессивных факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, по данным исследований увеличивает вероятность расширения грудной аорты и развития аневризмы [25]. В исследовании Lederle F.A. и соавт. (2003) отмечена корреляция между курением и формированием аневризмы аорты, которая в 2,5 раза выше, по сравнению с корреляцией курения и развития ИБС (95% доверительный интервал [ДИ], 2,2–2,8) [26].

**Хроническая болезнь почек** (при скорости клубочковой фильтрации менее 60 мл/мин/1,73 м$^2$) повышает риск возникновения развития расширения аорты [27]. По данным C.Bouleti и соавт. у пациентов с поликистозом почек наблюдается увеличение распространенности дилатации грудной аорты по сравнению с контрольной группой [28].

## Особенности наблюдения за пациентами с дилатацией восходящего отдела грудной аорты

Современные стратегии динамического наблюдения за пациентами с дилатацией восходящей аорты основаны на комплексной оценке диаметра аорты, этиологии поражения и скорости прогрессирования заболевания. В соответствии с алгоритмом, представленным в обновленных клинических рекомендациях Европейского общества кардиологов от 2024 года [4], первичная стратификация пациентов осуществляется на основании данных инструментальной визуализации, при этом особое внимание уделяется стандартизации методик измерения (Рис. 1) [29].

Схема наблюдения предполагает дифференцированный подход: для пациентов с умеренной дилатацией (40–44 мм) без дополнительных факторов риска рекомендованы осмотры каждые 2–3 года, тогда как при наличии БАК или наследственных аортопатий частота мониторинга состояния пациента и диагностических обследований увеличивается до ежегодного (Рис. 2).

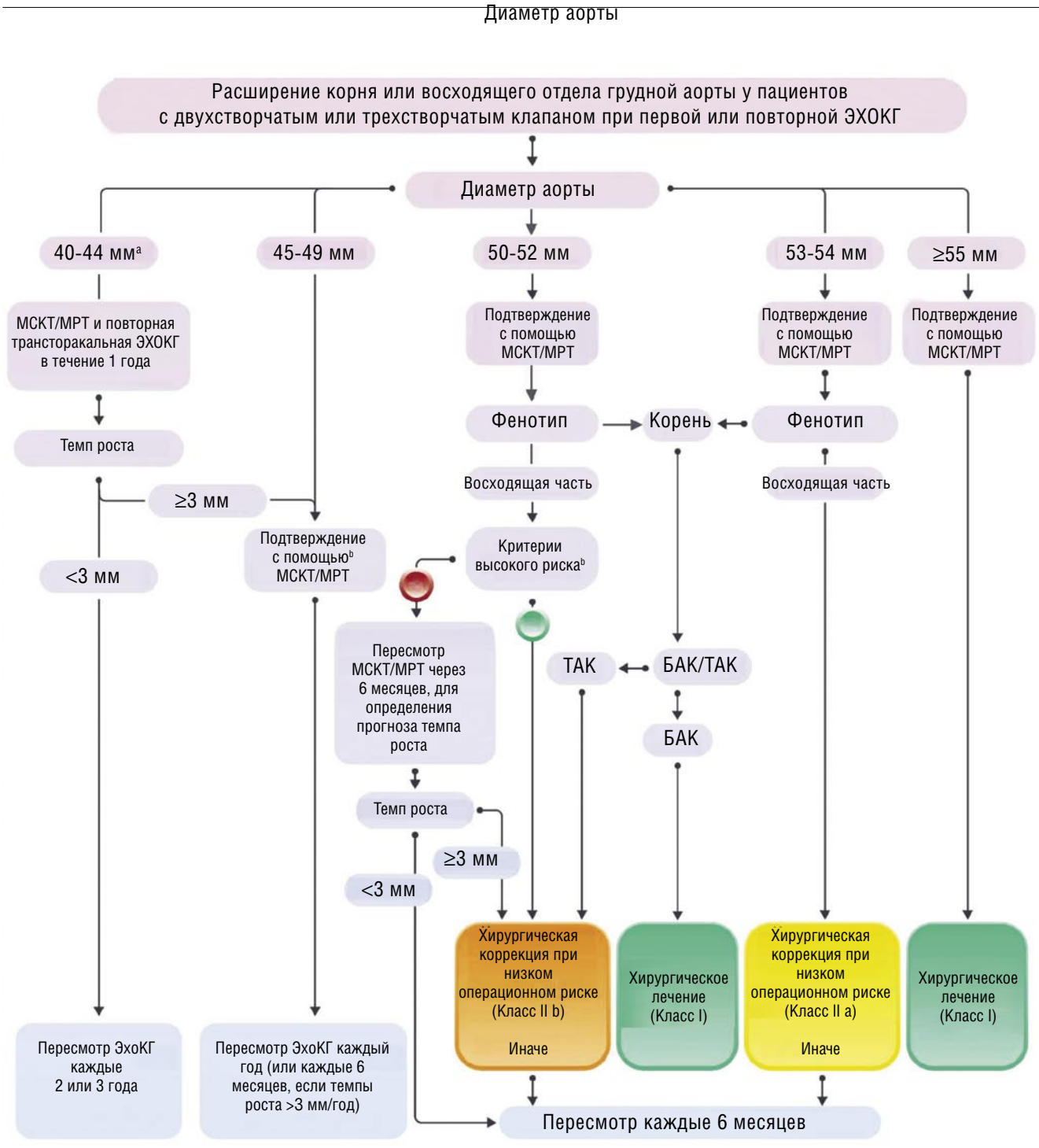



**Рис. 1.** Схема наблюдения за пациентами с ненаследственными заболеваниями грудной аорты. Адаптировано из ESC Guidelines for the management of peripheral arterial and aortic diseases (2024). Примечание: ТАК – трехстворчатый аортальный клапан; * – 36–44 мм у женщин,** – для ТАК и БАК: возраст <50 лет; рост <1,69 м; длина восходящей аорты >11 см; неконтролируемая гипертензия; только для БАК: коарктация аорты; семейный анамнез острых аортальных событий.

Ключевым элементом системы мониторинга состояния пациента и оценки диагностических параметров является выбор оптимального метода визуализации. При сравнительном анализе методов визуализации продемонстрировано, что стандартная трансторакальная ЭхоКГ сохраняет свою значимость для первичной диагностики и рутинного наблюдения благодаря доступности и отсутствию лучевой нагрузки [5]. Однако, при достижении критических значений диаметра аорты (≥45 мм) или при неудовлетворительной визуализации рекомендуется дополнять исследование МСКТ или МРТ, что позволяет получить точные трехмерные реконструкции и оценить состояние аорты на всем протяжении [30]. Инновационным направлением является применение 3D-фазово-контрастной МРТ с трехнаправленным кодированием скорости (4D-поток) для оценки внутрисосудистго

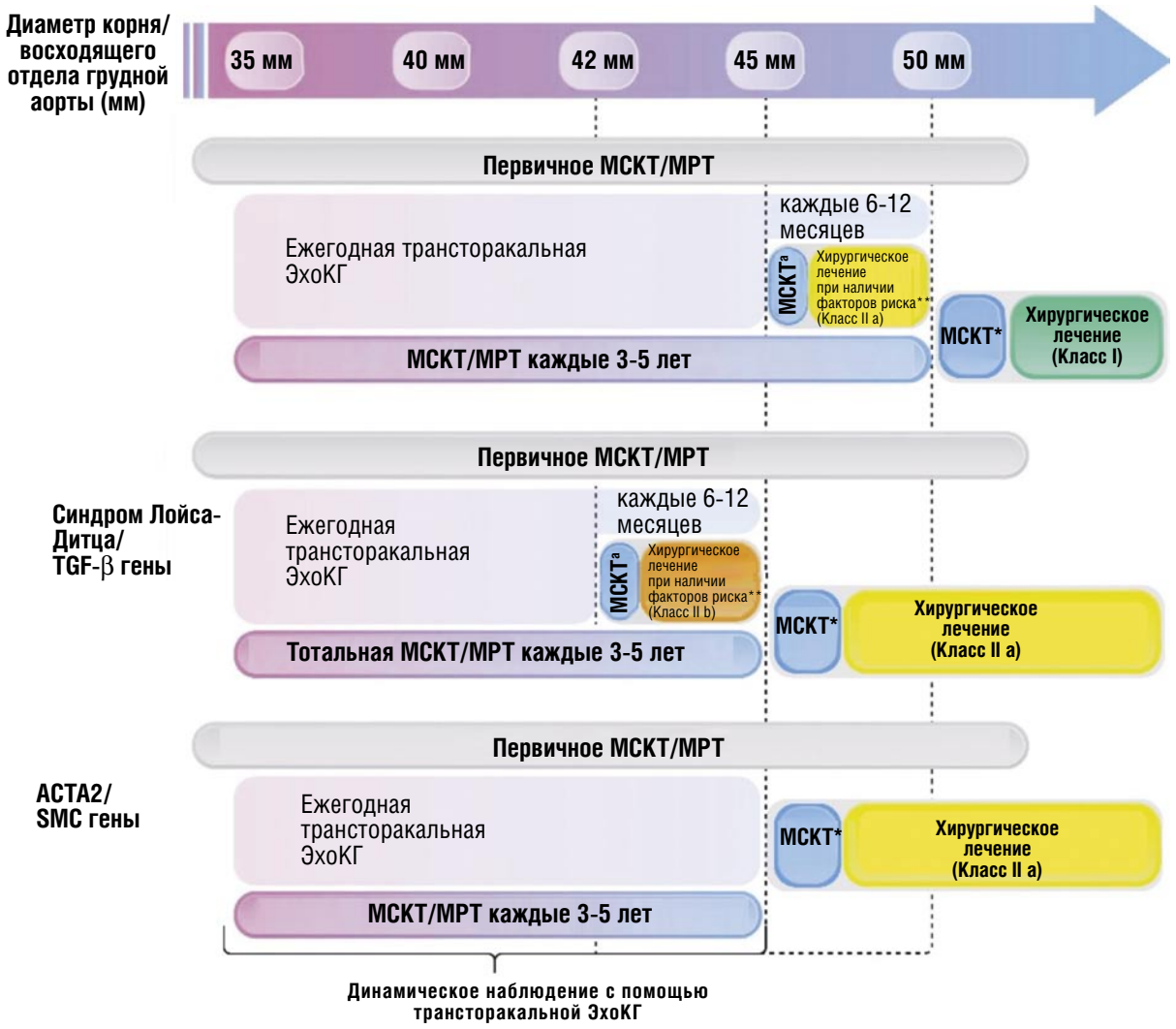



**Рис. 2.** Алгоритм наблюдения за пациентами с синдромным и несиндромным наследственным заболеванием грудной аорты. Адаптировано из ESC Guidelines for the management of peripheral arterial and aortic diseases (2024).

кровотока, для выявления групп высокого риска дилатации аорты среди пациентов с БАК [32] и пациентов с наследственными аортопатиями [31].

Особую сложность представляет мониторинг пациентов с быстрым прогрессированием дилатации аорты (>3 мм/год). В таких случаях, как показано в клинических алгоритмах, необходимо не только сокращение интервалов между исследованиями до 3-6 месяцев, но и комплексная оценка потенциально модифицируемых факторов прогрессирования. Особого внимания заслуживает группа пациентов с пограничными для хирургического лечения значениями диаметра аорты (50-54 мм), где решение о хирургическом вмешательстве требует тщательного анализа не только абсолютных размеров, но и скорости роста, семейного анамнеза и планируемых физических нагрузок.

В обновленных российских клинических рекомендациях Минздрава России от 2025 года: рекомендовано выполнение трансторакальной ЭхоКГ пациентам с расширенной грудной аортой во время постановки диагноза, а выполнение МСКТ ангиографии или МРТ грудной аорты для верификации диагноза.

В дальнейшем рекомендуется, динамическое наблюдение каждые 6–12 месяцев с выполнением трансторакальной ЭхоКГ, МСКТ грудной аорты или МРТ грудной аорты, в зависимости от индивидуальной анатомии, с определением скорости расширения аорты. При этом если размер аорты стабилен, выполнение контрольной визуализации рекомендуется каждые 6–24 месяца (в зависимости от диаметра аорты) [25].

Важным аспектом при наблюдении больных с дилатацией аорты является индивидуальный подход для особых групп пациентов. У беременных женщин с дилатацией аорты частота мониторинга завит от риска сердечно-сосудистых осложнений по модифицированной классификация ВОЗ 2.0 [33]. Для профессиональных спортсменов разрабатываются специальные протоколы наблюдения, учитывающие тип физических нагрузок и

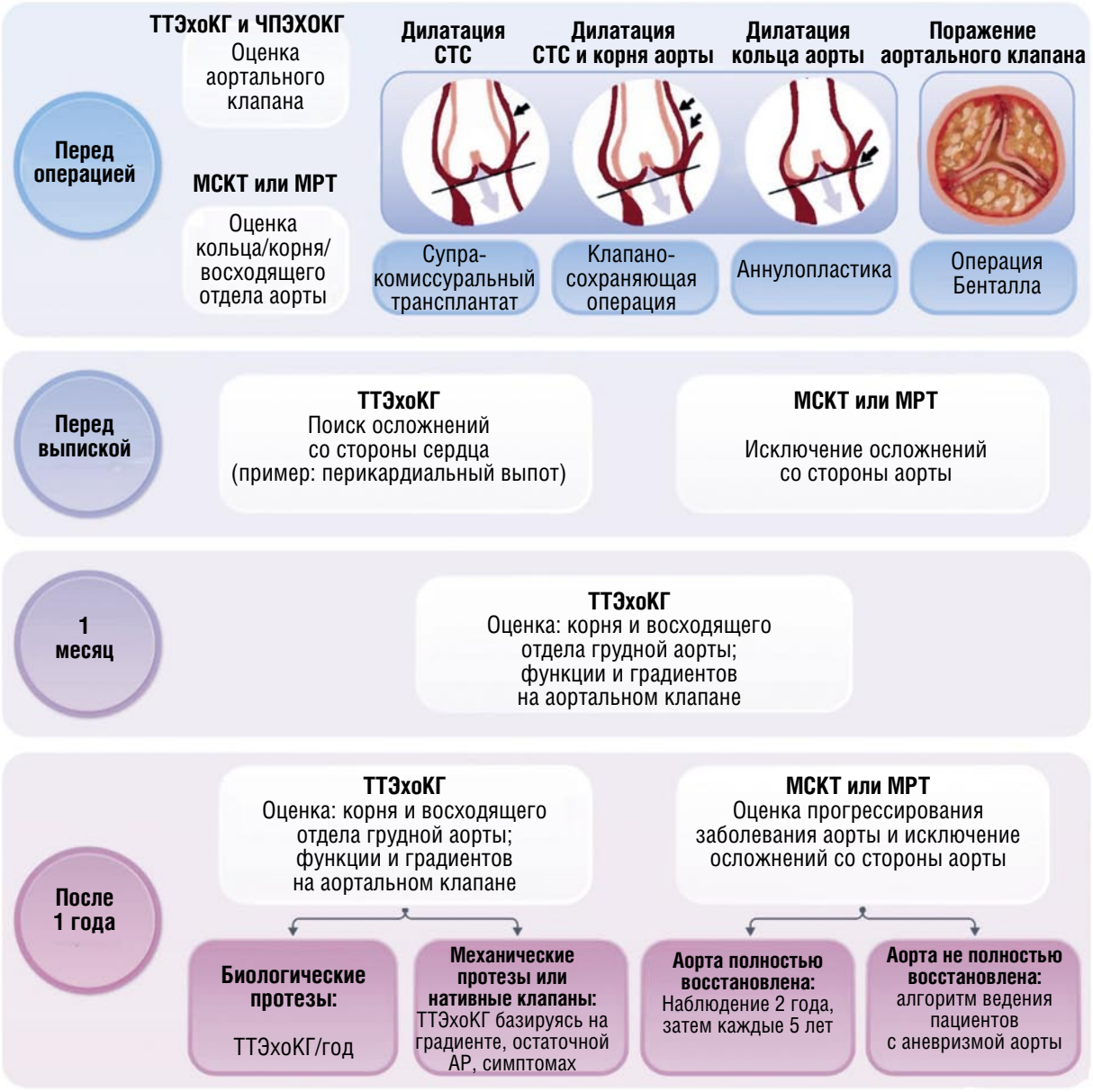



**Рис. 3.** Периоперационный алгоритм ведения пациентов при хирургической коррекции аневризмы корня аорты и восходящей аорты. Адаптировано из ESC Guidelines for the management of peripheral arterial and aortic diseases (2024). Примечание: АР – аортальная регургитация; СТС – синотубулярное соединение; ЧПЭхоКГ – трансэзофагеальная ЭхоКГ; ТТЭхоКГ – трансторакальная ЭхоКГ.

клинические особенности пациента [34]. Послеоперационное наблюдение за пациентами с протезированием аорты предполагает регулярный контроль состояния анастомозов с использованием лучевых методов визуализации, при этом предпочтение отдается методикам с минимальной лучевой нагрузкой (Рис. 3).

В руководствах AHA/ACC и ESC, несмотря на общую доказательную базу, демонстрируются различия в подходах наблюдения пациентов с дилатацией аорты [3; 4]. Эти различия касаются не только частоты инструментального контроля, но и пороговых значений для начала динамического наблюдения, что создает определенные сложности в клинической практике. В табл. 1 представлены данные различия и выделены ключевые позиции, требующие особого внимания при ведении пациентов.

Наибольшую актуальность данный анализ приобретает при рассмотрении особых групп пациентов. Для лиц с БАК, синдромом Марфана и другими наследственными аортопатиями расхождения в рекомендациях могут существенно влиять на тактику ведения. Не менее важным аспектом является частота мониторинга беременных женщин с патологией аорты [3; 33]. Представленный сравнительный анализ позволяет клиницисту ориентироваться в этих сложных ситуациях, учитывая как международный опыт, так и индивидуальные особенности пациента.

**Табл. 1.** Интервалы динамического наблюдения при расширении грудного отдела аорты (ESC 2024 vs. AHA/ACC 2022/ Российские КР МЗ 2025) [3; 4]

| Группа пациентов | Диаметр аорты | Метод наблюдения | Рекомендации ESC | Класс/ Уровень | Рекомендации AHA/ACC 2022, российские КР МЗ 2025 | Класс/ Уровень (AHA/ACC) | Класс/ Уровень (КР МЗ РФ) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Общая популяция | 40–44 мм | ЭхоКГ | Каждые 2–3 года | I/B | через 6–12 месяцев; при стабильности, каждые 6–24 месяца (в зависимости от диаметра аорты) | I C | (УДД 5, УУР С) |
| | 45–49 мм | ЭхоКГ + КТ/МРТ | Каждые 6–12 месяцев | I/B | | | |
| | ≥50 мм | ЭхоКГ + КТ/МРТ | Каждые 3–6 месяцев | I/B | | | |
| БАК | 35–44 мм | ЭхоКГ | Ежегодно | I/B | В зависимости от диметра аорты и скорости роста. | I C | (УДД 4, УУР С) |
| | ≥45 мм | ЭхоКГ + КТ/МРТ | Каждые 6 месяцев | I/B | | | |
| Синдром Марфана | 35–44 мм | ЭхоКГ | Каждые 6–12 месяцев | I/B | -ежегодно при отсутствии ФР. -не реже одного раза в 6 месяцев при наличии дополнительных факторов риска | I C | (УДД 4, УУР С) |
| | ≥45 мм | ЭхоКГ + КТ/МРТ | Каждые 3–6 месяцев | I/B | не реже одного раза в 6–12 мес. | | |
| Беременные | Женщины с низким риском | ЭхоКГ | Однократно между 20 и 30 нед. беременности через 6 мес. после родов | I/C | Каждые 3 месяца, или чаще в зависимости от диаметра аорты, скорости роста) [3] | I/C | |
| | Женщины с умеренным и высоким риском | | Каждые 4–12 нед. (в зависимости от диагноза и тяжести дилатации) и через 6 мес. после родов [33] | I/C | | | |
| | ≥45 мм | | Плановое кесарево сечение [33] | IIa/C | Плановое кесарево сечение [3] | IIa/C | |

*Класс рекомендаций* (ESC): I – доказано или общепризнанно, что диагностическая процедура, вмешательство/ лечение являются эффективными и полезными (Рекомендовано/показано); IIa – противоречивые данные и/или мнения об эффективности/пользе диагностической процедуры, вмешательства, лечения.
*Уровни достоверности доказательств* (ESC, AHA/ACC): B – данные получены по результатам одного рандомизированного клинического исследования или крупных нерандомизированных исследований; C – согласованное мнение экспертов и/или результаты небольших исследований, ретроспективных исследований, регистров.
*Уровни достоверности доказательств* (УДД): 4 – Несравнительные исследования, описания клинических случаев; 5 – Имеется лишь обоснование механизма действия или мнение экспертов.
*Уровень убедительности рекомендации* (УРР): C – слабая рекомендация (отсутствие доказательств надлежащего качества (все рассматриваемые критерии эффективности (исходы) являются неважными, все исследования имеют низкое методологическое качество и их выводы по интересующим исходам не являются согласованными).

## Заключение

Проведенный анализ современных рекомендаций по динамическому наблюдению за пациентами с дилатацией восходящего отдела грудной аорты демонстрирует наличие, как общих принципов, так и отличий в международных руководствах. Несмотря на единую доказательную базу, в рекомендациях ESC и AHA/ACC к частоте мониторинга, особенно при умеренной дилатации аорты (40–44 мм), представлены различные подходы [3; 4].

Важнейшим достижением последних лет стало внедрение дифференцированных алгоритмов наблюдения, учитывающих не только абсолютные значения диаметра аорты, но и этиологию заболевания, скорость прогрессирования, а также индивидуальные особенности пациентов

Особое значение имеет разработка специальных протоколов для разных групп пациентов, включая пациентов с БАК, лиц с наследственными аортопатиями и беременных женщин.

Современные рекомендации подчеркивают важность комплексного подхода, сочетающего традиционные методы визуализации с новыми диагностическими технологиями. Это позволяет повысить точность прогнозирования риска осложнений Применение стратифицированных алгоритмов мониторинга в клинической практике способствует своевременному выявлению пациентов, нуждающихся в хирургическом лечении, одновременно минимизируя неоправданные диагностические вмешательства у больных с низким риском прогрессирования [35].

Дальнейшее совершенствование систем динамического наблюдения должно быть направлено на уточнение молекулярно-генетических маркеров прогрессирования заболевания и разработку персонализированных прогностических моделей с учетом новых данных о патогенезе заболеваний аорты.

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

**ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES**

1. Davies RR, Goldstein LJ, Coady MA, et al. Yearly rupture or dissection rates for thoracic aortic aneurysms: simple prediction based on size. Ann Thorac Surg. 2002; 73(1): 17-28. doi: 10.1016/s0003-4975(01)03236-2.
2. Хубулава Г.Г., Шихвердиев Н.Н., Пелешок А.С. и др. Острый аортальный синдром: предикторы общей госпитальной летальности // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 2019. – Т.61. – №4. – С.317-22. [Khubulava GG, Shikhverdiev NN, Peleshok AS, et al. Acute aortic syndrome: predictors of hospital mortality. Russian journal of thoracic and cardiovascular surgery. 2019; 61(4): 317-22. (In Russ.)] doi: 10.24022/ 0236-2791-2019-61-4-317-322.

3. 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.
4. Mazzolai L, Teixido-Tura G, Lanzi S, et al 2024 ESC Guidelines for the management of peripheral arterial and aortic diseases. Eur Heart J. 2024; 45(36): 3538-3700. doi: 10.1093/eurheartj/ehae179.
5. Клинические рекомендации. Аневризмы грудной и торакоабдоминальной аорты // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2025. – Т.18. – №4. – С.493-567. [Clinical guidelines. Thoracic and thoracoabdominal aortic aneurysms. Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery. 2025; 18(4): 493-567. (In Russ.)] doi: 10.17116/kardio202518041493.
6. Bons LR, Rueda-Ochoa OL, El Ghoul K, et al. Sex-specific distributions and determinants of thoracic aortic diameters in the elderly. Heart. 2020; 106-(2): 133-139. doi: 10.1136/heartjnl-2019-315320.
7. Swahn E, Lekedal H, Engvall J, Nyström FH, Jonasson L. Prevalence and determinants of dilated ascending aorta in a Swedish population: a case-control study. Eur Heart J Open. 2023; 3(5): oead085. doi: 10.1093/ehjopen/oead085.
8. Irtyuga O, Kopanitsa G, Kostareva A, et al. Application of Machine Learning Methods to Analyze Occurrence and Clinical Features of Ascending Aortic Dilatation in Patients with and without Bicuspid Aortic Valve. J Pers Med. 2022; 12(5): 794. doi: 10.3390/jpm12050794.
9. Соловьёв А.В., Васильев Ю.А., Синицын В.Е. и др. Автоматизированная диагностика аневризм грудной аорты на основании данных компьютерной томографии грудной клетки: популяционное исследование в Москве // Вестник рентгенологии и радиологии. – 2024. – Т.105. – №2. – С.58-74. [Solovev AV, Vasilev YA, Sinitsyn VE, et al Automated Analysis of Thoracic Aortic Aneurysms Based on Chest Computed Tomography Data: a Population Study in Moscow. Journal of radiology and nuclear medicine. 2024; 105(2): 58-74. (In Russ.)] doi: 10.20862/0042-4676-2024-105-2-58-74.
10. Kauhanen SP, Saari P, Jaakkola P, et al. High prevalence of ascending aortic dilatation in a consecutive coronary CT angiography patient population. Eur Radiol. 2020; 30(2): 1079-1087. doi: 10.1007/s00330-019-06433-z.
11. Tsipouras P, Silverman DI. The genetic basis of aortic disease. Marfan syndrome and beyond. Cardiol Clin. 1999; 17(4): 683-696. doi: 10.1016/s0733-8651(05)70108-9.
12. Della Corte A, Bancone C, Quarto C, et al. Predictors of ascending aortic dilatation with bicuspid aortic valve: a wide spectrum of disease expression. Eur J Cardiothorac Surg. 2007; 31(3): 397-405. doi: 10.1016/j.ejcts.2006.12.006.
13. Fletcher AJ, Syed MBJ, Aitman TJ, Newby DE, Walker NL. Inherited Thoracic Aortic Disease: New Insights and Translational Targets. Circulation. 2020; 141(19): 1570-1587. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.119.043756.
14. Milan A, Tosello F, Naso D, et al. Ascending aortic dilatation, arterial stiffness and cardiac organ damage in essential hypertension. J Hypertens. 2013; 31(1): 109-116. doi: 10.1097/HJH.0b013e32835aa588.
15. DePaolo J, Levin MG, Tcheandjieu C, et al. Relationship Between Ascending Thoracic Aortic Diameter and Blood Pressure: A Mendelian Randomization Study. Arterioscler Thromb Vasc Biol. 2023; 43(2): 359-366. doi: 10.1161/ATVBAHA.122.318149.
16. Milan A, Degli Esposti D, Salvetti M, et al. Prevalence of proximal ascending aorta and target organ damage in hypertensive patients: the multicentric ARGO-SIIA project (Aortic RemodellinG in hypertensiOn of the Italian Society of Hypertension). J Hypertens. 2019; 37(1): 57-64. doi: 10.1097/HJH.0000000000001844.
17. Dentamaro I, Sao-Avilés A, Teixidó G, et al. P3373 Predictors of dilatation of ascending aorta in patients with bicuspid aortic valve, a longitudinal multicenter study. Eur Heart J 40. doi: 10.1093/eurheartj/ehz745.0249.
18. Agnese V, Pasta S, Michelena HI, et al. Patterns of ascending aortic dilatation and predictors of surgical replacement of the aorta: A comparison of bicuspid and tricuspid aortic valve patients over eight years of follow-up. J Mol Cell Cardiol. 2019; 135: 31-39. doi: 10.1016/j.yjmcc.2019.07.010.
19. Antequera-González B, Faiges M, Martínez-Micaelo N, et al. Glycoprotein and Lipoprotein Profiles Assessed by 1H-NMR and Its Relation to Ascending Aortic Dilatation in Bicuspid Aortic Valve Disease. J Clin Med. 2022; 12(1): 332. doi: 10.3390/jcm12010332.
20. Ballegaard CR, Pham MHC, Sigvardsen PE, et al. Aortic enlargement and coronary artery calcification in a general population cohort. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2022; 23(6): 855-862. doi: 10.1093/ehjci/jeab122.
21. Leone O, Corsini A, Pacini D, et al. The complex interplay among atherosclerosis, inflammation, and degeneration in ascending thoracic aortic aneurysms. J Thorac Cardiovasc Surg. 2020; 160(6): 1434-1443. e6. doi: 10.1016/j.jtcvs.2019.08.108.
22. Agmon Y, Khandheria BK, Meissner I, et al. Is aortic dilatation an atherosclerosis-related process? Clinical, laboratory, and transesophageal echocardiographic correlates of thoracic aortic dimensions in the population with implications for thoracic aortic aneurysm formation. J Am Coll Cardiol. 2003; 42(6): 1076-1083. doi: 10.1016/s0735-1097(03)00922-7.
23. Bouleti C, Flamant M, Escoubet B, et al. Risk of Ascending Aortic Aneurysm in Patients With Autosomal Dominant Polycystic Kidney Disease. Am J Cardiol. 2019; 123(3): 482-488. doi: 10.1016/j.amjcard.2018.10.030.
24. Rathore SS, Srikaram P, Gudena S, et al. Risk of cardiovascular events in giant cell arteritis: systematic review and meta-analysis. Hellenic J Cardiol. 2025; 83: 78-87. doi: 10.1016/j.hjc.2024.10.008.
25. Zhou J, Wang Y. The causal relationship between smoking and thoracic aortic aneurysm: Evidence from Mendelian randomization analysis. Medicine (Baltimore). 2024; 103(22): e38361. doi: 10.1097/MD.0000000000038361.
26. Lederle FA, Nelson DB, Joseph AM. Smokers' relative risk for aortic aneurysm compared with other smoking-related diseases: a systematic review. J Vasc Surg. 2003; 38(2): 329-334. doi: 10.1016/s0741-5214(03)00136-8.
27. Hassan M, Vachiat A, Grinter S, et al. Reduced glomerular filtration rate is associated with ascending aortic dilatation in South African chronic kidney disease patients. Afr J Nephrol. 2022; 25(1): 46-54. doi: 10.21804/25-1-4823.
28. Arafat AA. Surgery for autoimmune aortitis: unanswered questions. Cardiothorac Surg. 2019; 27(1). doi: 10.1186/s43057-019-0008-6.
29. Evangelista A, Sitges M, Jondeau G, et al. Multimodality imaging in thoracic aortic diseases: a clinical consensus statement from the European Association of Cardiovascular Imaging and the European Society of Cardiology working group on aorta and peripheral vascular diseases. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2023; 24(5): e65-e85. doi: 10.1093/ehjci/jead024.
30. Litmanovich D, Bankier AA, Cantin L, Raptopoulos V, Boiselle PM. CT and MRI in diseases of the aorta. AJR Am J Roentgenol. 2009; 193(4): 928-940. doi: 10.2214/AJR.08.2166.
31. Van der Palen RL, Barker AJ, Bollache E, et al. Altered aortic 3D hemodynamics and geometry in pediatric Marfan syndrome patients. J Cardiovasc Magn Reson. 2017; 19(1): 30. doi: 10.1186/s12968-017-0345-7.
32. Soulat G, Scott MB, Pathrose A, et al. 4D flow MRI derived aortic hemodynamics multi-year follow-up in repaired coarctation with bicuspid aortic valve. Diagn Interv Imaging. 2022; 103(9): 418-426. doi: 10.1016/j.diii.2022.04.003.
33. De Backer J, Haugaa KH, Hasselberg NE et al. 2025 ESC Guidelines for the management of cardiovascular disease and pregnancy. Eur Heart J. 2025; 46(43): 4462-4568. doi: 10.1093/eurheartj/ehaf193.
34. Braverman AC, Harris KM, Kovacs RJ et al. Eligibility and disqualification recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities. Circulation. 2015; 132: e256-e261.
35. Elefteriades JA, Farkas EA. Thoracic aortic aneurysm clinically pertinent controversies and uncertainties. J Am Coll Cardiol. 2010; 55(9): 841-857. doi: 10.1016/j.jacc.2009.08.084.