

DOI: <https://doi.org/10.51922/2074-5044.2025.2.23>

Я. И. Валюженич¹, Т. А. Нехайчик¹, А. А. Бова¹,
Н. Г. Хотько², С. Л. Сахар²

ОСОБЕННОСТИ АНЕВРИЗМАТИЧЕСКОГО РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ ВОСХОДЯЩЕЙ АОРТЫ У ПАЦИЕНТОВ МОЛОДОГО ВОЗРАСТА

УО «Белорусский государственный медицинский университет»¹
432 ордена Красной Звезды главный военный клинический
медицинский центр Вооруженных Сил Республики Беларусь²

Аневризма аорты остается одной из наиболее частых причин внезапной сердечной смерти, несмотря на использование программ скрининга, постоянное совершенствование визуализирующих методов исследования и оперативных пособий. Требуется дальнейший поиск дополнительных факторов в целях обоснования более агрессивной стратегии оперативных вмешательств на восходящей аорте. Приведены данные анализа 97 случаев прооперированных аневризм и дилатаций аорты у пациентов в возрасте до 45 лет. Выраженность ремоделирования корня аорты при аневризме у пациентов до 45 лет зависит от этиологии заболевания. Прирост диаметра аорты между фиброзным кольцом и синотубулярным гребнем может помочь в выборе оперативного вмешательства. Размер корня аорты на уровне синотубулярного гребня может служить независимым признаком патологии восходящей аорты и прогрессирования аортальной недостаточности.

Ключевые слова: аневризма аорты, эхокардиографическое исследование, двустворчатый аортальный клапан, Синдром Марфана, инфекционный эндокардит, атеросклероз.

Y. I. Valiuzhenich, T. A. Nehaychik, A. A. Bova,
N. G. Hotko, S. L. Sahar

FEATURES OF ANEURYSM REMODELING OF THE ASCENDING AORTA IN YOUNG PATIENTS

Aortic aneurysm remains one of the most common causes of sudden cardiac death, despite the use of screening programs, constant improvement of imaging methods and surgical techniques. Further search for additional factors is required to justify a more aggressive strategy of surgical interventions on the ascending aorta. The data of the analysis of 97 cases of operated aneurysms and aortic dilations in patients under 45 years of age are presented. The severity of aortic root remodeling in aneurysms in patients under 45 years of age depends on the etiology of the disease. An increase in the aortic diameter between the fibrous ring and the sinotubular ridge can help in choosing a surgical intervention. The size of the aortic root at the level of the sinotubular ridge can serve as an independent sign of ascending aorta pathology and progression of aortic insufficiency.

Key words: aortic aneurysm, echocardiographic examination, bicuspid aortic valve, Marfan syndrome, infective endocarditis, atherosclerosis.

Актуальность

Аневризма аорты остается одной из наиболее частых причин внезапной сердечной смерти, несмотря на использование программ скрининга, постоянное совершенствование визуализирующих методов исследования и оперативных пособий [2].

До 25 % всех случаев аортальных аневризм локализируются в грудной аорте, из них более 60 % случаев приходится на восходящий отдел, включая корень и дугу аорты [1].

Указанные отделы относительно доступны для визуализации при стандартном трансторакальном эхокардиографическом исследовании (ЭхоКГ) в отличие от нисходящего отдела грудной аорты, что позволяет эффективно проводить скрининг и, при необходимости, отслеживать динамику основных диаметров восходящей аорты [5].

По оценке соотношения диаметра восходящей аорты с площадью поверхности тела (ППТ) прогнозируют риск возникновения неблагоприятных аортальных событий. Минимальный риск имеют пациенты с индексом диаметра аорты менее 27,5 мм/м² (4 % в год), умеренный (8 %) – при индексе диаметра аорты 27,5–42,5 мм/м², и высокий (около 20 % в год) при индексе более 42,5 мм/м² [3].

Ввиду того, что до настоящего времени в 70 % случаев аневризма аорты диагностируется только при развитии острого аортального синдрома, требуется дальнейший поиск дополнительных факторов в целях обоснования более агрессивной стратегии оперативных вмешательств на восходящей аорте

Детальная оценка особенностей ремоделирования восходящей аорты по данным ЭхоКГ у пациентов молодого возраста, успешно перенесших оперативное вмешательство по поводу аневризмы или дилатации аорты, является одним вариантов решения этой актуальной проблемы.

Материалы и методы

Проведен ретроспективный анализ данных предоперационных протоколов ЭхоКГ исследований пациентов, которые были прооперированы по поводу патологии восходящей аорты в ГУ «Республиканский научно-практический центр «Кардиология» за период 2013–2017 гг.

При оценке параметров грудной Ао использовали ее фактические размеры (мм), полученные при выполнении ЭхоКГ, индексированные показатели – отношение фактического диаметра аорты к ППТ, мм/м², и к должному диаметру аорты (ДДА) (мм), а также значения Z-критерия.

Фактические размеры грудной аорты оценивали на уровне фиброзного кольца (ФК), синусов Вальсальвы (СВ), синотубулярного гребня (СТГ) корня аорты и на уровне проксимальной (тубулярной) части восходящей аорты с последующим сопоставлением с пороговыми значениями для взрослых 20–74 лет [4].

ППТ рассчитывали по формуле:

$$\text{ППТ (кг/м}^2\text{)} = 0,007184 * \text{рост}^{0,725} * \text{вес}^{0,425}.$$

Расчет должного диаметра аорты (ДДА) и Z-критерия проводились по моделям Devereux R. с соавт. (2012 г.) и Roman M. J. с соавт. (1989).

В расчет принималось наибольшее значение Z, полученное по моделям. Увеличение размеров аорты оценивали как дилатацию при превышении Z-критерия ≥ 2 стандартных отклонений от ДДА.

Для анализа статистических данных использовано программное обеспечение MS Office Excel (Microsoft, США) и SPSS Statistics 23.0 (IBM, США).

Результаты и их обсуждение

В соответствии с критериями включения, для анализа были отобраны 97 медицинских карт пациентов, из них – 85 (87,6 %) мужчин и 12 (12,4 %) женщин в возрасте от 19 до 44 лет (средний возраст 36 лет).

Абсолютное большинство пациентов были прооперированы в плановом порядке ($n = 92$; 95 %).

Количественные, возрастные и гендерные характеристики этиологических подгрупп представлены в табл. 1.

Оценка линейных размеров корня грудной аорты выявила ряд особенностей ее ремоделирования в зависимости от этиологических факторов.

В группе анализа (табл. 2) фактические размеры корня аорты на всех уровнях превышали нормативные показатели взрослых в возрасте 20–74 лет и как минимум на одном из трех уровней в каждой подгруппе соответствовали критериям дилатации (от 40 до 50 мм) или аневризмы (более 50 мм) аорты.

Наибольшие линейные размеры корня аорты на уровне ФК и СВ были определены у пациентов с ННСТ ($p < 0,01$). Минимальные значения всех диаметров имели пациенты подгруппы ИЭ/ХРБС ($p < 0,005$). При этом в подгруппе ННСТ расширение корня аорты было равномерным, с сохранением физиологических пропорций трех

основных размеров, а в остальных подгруппах корень аорты поступательно расширялся от ФК к СТГ (табл. 2). При оценке степени прироста диаметров между ФК и СТГ максимальные значения определены при ДАК – 30 %, минимальные – при приобретенных пороках АоК (5 %). При ННСТ и атеросклеротическом поражении прирост составил 18 % ($p = 0,002$). Таким образом, оценка линейных размеров корня аорты продемонстрировала зависимость его ремоделирования от вида этиологического фактора.

Сопоставление разницы прироста диаметров ФК-СТГ с видом выполненного оперативного вмешательства выявило определенные закономерности. В подгруппах с приростом 18 % в абсолютном большинстве случаев было выполнено изолированное вмешательство на аорте (в 100 % случаев при атеросклерозе и 90,9 % случаев при синдромных и несиндромных ННСТ). Пациентам с максимальным приростом в 30 % (подгруппа ДАК) в 91 % случаев было выполнено одновременное вмешательство на АоК и аорте. Прирост 5 %

Таблица 1. Характеристика подгрупп анализа

Показатель	Подгруппы			
	ДАК	ИЭ + ХРБС	Несиндромные и синдромные ННСТ	Атеросклероз дегенеративное поражение
	1	2	3	4
n (%)	46 (47)	25 (26) + 6 (6)	11 (11)	9 (9)
Мужчины / женщины, n	44 / 2	25 / 6	8 / 3	8 / 1
Средний возраст, лет Ме [25 %; 75 %]	34 [29;41]	38 [31;42]	31 [28;40]	41 [37,5;43]

Таблица 2. Сравнение фактических размеров грудной аорты в подгруппах анализа

Уровень оценки диаметра аорты	Подгруппы				уровень p^*
	1 ДАК	2 ИЭ/ХРБС	3 ННСТ	4 Атеросклероз	
	Диаметр аорты (D, мм)				
ФК АоК	40,0 [37,0;43,0]	38 [34,0;40,0]	44 [40;48]	43,5 [39,0;49,5]	$p = 0,005$
СВ	44 [40,0;48,0]	39 [36,0;42,0]	57 [43;72,5]	46,5 [42,5;61,50]	$p < 0,01$
СТГ	52 [42,0;58,0]	40,0 [35,0;43,0]	52 [44;62]	52 [46;69]	$p < 0,01$
Проксимальная Ао	30 [28,0;35,0]	30 [27,0;33,0]	28 [24;29]	30 [28,5;34,0]	$p = 0,21$

П р и м е ч а н и е: * – уровень достоверности p рассчитан по критерию Kruskal – Wallis.

Таблица 3. Оценка индексированного показателя диаметр аорты / ППТ в подгруппах исследования

Индекс диаметр аорты/ППТ, мм/м ²	Подгруппы				p-уровень*
	1	2	3	4	
	ДАК	ИЭ/ХРБС	ННСТ	Атеросклероз	
D _{ФК Аок} /ППТ	19,3 [17,4;22,3]	19,2 [17,9;21,2]	21,3 [16,8;26,4]	22,5 [18,5;24,5]	p = 0,76
D _{СВ} /ППТ	21,9 [19,2;25,1]	20 [18,3;22,9]	21 [17,6;33,5]	23 [20,4;28,0]	p = 0,21
D _{СТГ} /ППТ	25,1 [21,1;30,2]	19,7 [17,5;23,3]	25,3 [24,4;28,0]	23,4 [22,8;27,9]	p = 0,002
D _{проксимальная Ао} /ППТ	15,3 [14,0;17,8]	15,0 [14,0;16,7]	13,4 [13,1;15,8]	14,5 [13,5;15,6]	p = 0,36

П р и м е ч а н и е: *p рассчитано по критерию Kruskal – Wallis, D – фактический диаметр аорты.

в большей степени был ассоциирован с изолированным вмешательством на Аок (протезирование или пластика), составив 58 % операций в подгруппе ИЭ+ХРБС.

Сравнение результатов индексированного показателя «диаметр аорты/ППТ» (табл. 3) с средне-нормативными показателями продемонстрировало неоднозначные результаты.

Наиболее существенные отклонения от пограничной нормы определены в подгруппах ДАК и ННСТ на уровне СТГ с превышением нормативного показателя на 33,2 % и 32 % соответственно. На этом же уровне получены достоверные межподгрупповые отличия (табл. 3). В подгруппе атеросклероза и приобретенных пороков сердца максимальные отклонения от «табличного» значения индекса «размер аорты/ППТ» отмечены на уровне ФК Аок. В тоже время на уровне СВ, который используется как основной размер оценки корня аорты, этот индекс либо соответствовал пограничной норме (подгруппы 2 и 3), либо имел незначительные превышения (подгруппы 1 и 4 на 4,1 % и 9,5 % соответственно). Вместе с тем, 75 перцентиль в подгруппе ННСТ на уровне СВ, имел самое большое значение среди всех аналогичных показателей (табл. 3). При этом корреляционный анализ взаимосвязи ППТ с диаметрами корня аорты выявил лишь «слабые» корреляционные связи с размерами аорты на уровне СВ и ФК и констатировал их отсутствие в сопоставлении с диаметром СТГ (табл. 5).

Оценка индекса D_{Ао}/ППТ с позиций риска возникновения неблагоприятных событий, ассоциированных с аортой, во всех подгруппах соответствовала минимальному (4 % в год; D_{Ао}/ППТ<27,5 мм/м²). Однако по факту все пациенты были прооперированы по показаниям.

Таким образом, в возрастной группе до 45 лет индексация размеров корня аорты к ППТ выявила неоднородность результатов на разных уровнях в зависимости от этиологии, но не продемонстрировала своей клинической значимости с позиций формирования показаний к оперативному вмешательству.

В отличие от сопоставления средних значений размеров аорты на уровне СВ с нормативными возрастными показателями (табл. 2) и ППТ (табл. 3), анализ фактических (D_{СВ}) и должных диаметров СВ (ДДА) продемонстрировал ряд достоверных отличий (табл. 4).

Во всех подгруппах, независимо от метода расчета (Deverux R. или Roman M. J.), должные диаметры корня аорты были достоверно меньше фактических размеров СВ, а значения Z-критерия превышали 2 и более стандартных отклонения (табл. 4). Соответственно, достоверность отличий была подтверждена и по индексу D_{СВ}/ДДА (табл. 4). При этом значения Z-критерия, рассчитанные по формуле Deverux R. (Z₂) оказались достоверно меньше, рассчитанных по Roman M. J. (Z₂), но с однотипными тенденциями при межподгрупповом сопоставлении – минимальные значения во 2 подгруппе, максимальное – в 3 (табл. 4).

Таблица 4. Должные диаметры аорты и Z-критерий в подгруппах сравнения

Признак	Подгруппы				*уровень p
	1	2	3	4	
	ДАК	ИЭ/ХРБС	ННСТ	Атеросклероз	
D_{CB} , мм	44 [40,0;48,0]	39 [36,0;42,0]	57 [43;72,5]	46,5 [42,5;61,50]	$p < 0,01$
ДДА (Roman), мм	34,1 [33,3;35,1]	33,6 [32,3;34,4]	34,7 [33,4;35,3]	34,5 [33,8;35,3]	$p = 0,197$
ДДА (Devereux), мм	34,0 [33,0;34,8]	33,8 [32,5;34,9]	33,8 [33,1;34,7]	34,5 [34,4;35,4]	$p = 0,24$
$D_{CB}/ДДА$ (Roman)**	$p < 0,01$	$p < 0,01$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	
$D_{CB}/ДДА$ (Devereux)**	$p < 0,01$	$p < 0,01$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	
Z_1 – критерий (Roman)	4,3 [2,3;5,6]	2,2 [1,14;3,6]	9,9 [3,3;16,2]	5,3 [3,8;11,4]	$p < 0,01$
Z_2 – критерий (Devereux)	3,9 [2,1;5,0]	2,1 [1,2;2,9]	9,0 [3,3;16,2]	4,6 [3,5;10,3]	$p < 0,01$
Z_1/Z_2 **	$p < 0,01$	$p < 0,01$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	

П р и м е ч а н и е: * p рассчитано по критерию Kruskal – Wallis, ** p рассчитано по критерию Wilcoxon.
 D_{CB} – фактический диаметр аорты на уровне СВ; ДДА – должный диаметр аорты.

Значимость размеров аорты на уровне СВ косвенно подтверждена очень сильной корреляционной связью между диаметром ФК и СВ (табл. 5).

Следует отметить, что патологические изменения размеров аорты во всех подгруппах были ограничены ее корнем, в то время как на уровне проксимального (табулярного) отдела как фактические диаметры (табл. 2), так и индексированные к ППТ (табл. 3), не превышали границ возрастной нормы. При этом именно размеры проксимального отдела восходящей аорты имели умеренные корреляционные взаимо-

связи с основными антропометрическими параметрами и диаметром ФК Аок (табл. 4).

Диаметры аорты на уровне ФК и СВ также имели прямые корреляционные связи с возрастом и ППТ пациентов, но слабой силы (табл. 5), тогда как синотабулярный уровень не коррелировал ни с одним из обсуждаемых параметров, что, возможно, позволяет рассматривать его как независимый критерий патологического расширения восходящей аорты.

Таким образом, проведенный ретроспективный анализ позволил выявить ряд структурных особенностей восходящей

Таблица 5. Корреляционные взаимосвязи между параметрами восходящей аорты и антропометрическими характеристиками пациентов

Признак 1		Признак 2		
		D Ao		
		ФК Аок	СВ	Проксимальный отдел восходящей Ao
		KK _{Spearman}		
Возраст		0,29*	0,24*	0,41*
Вес		0,23*	0,17	0,42*
ППТ		0,26*	0,23*	0,42*
D Ao	ФК Аок	–	0,81*	0,4*
	СВ	0,81*	–	0,38*

П р и м е ч а н и е: Ao – аорта; Аок – аортальный клапан; ППТ – площадь поверхности тела; D – диаметр; KK Spearman – Коэффициент корреляции Spearman; ФК – фиброзное кольцо; * – корреляции значимы на уровне или при уровне $p < 0,05$.

аорты у пациентов, успешно прооперированных в возрасте до 45 лет по поводу аневризмы или дилатации, которые могут служить дополнительными ориентирами в дальнейшей клинической работе с аналогичной патологией.

Выводы

1. Выраженность и тип ремоделирования корня аорты при аневризме / дилатации у взрослых пациентов до 45 лет имеет зависимость от этиологии заболевания аорты. Расширение корня аорты максимально выражено при ННСТ и имеет диффузный характер. Для ДАК, врожденных пороков и атеросклеротического/дегенеративного поражения характерно «конусовидное» расширение от ФК к СТГ.

2. Оценка прироста диаметра аорты между ФК и СТГ может в перспективе служить дополнительным ориентиром в выборе оперативного вмешательства на аорте при разных этиологиях. Предварительно установлено, что максимальный прирост в 30 % ассоциирован с протезированием Аок и аорты, прирост в 18 % – с изолированным протезированием аорты, минимальный прирост в 5 % – с изолированным протезированием или пластикой Аок.

3. Можно предположить, что размер корня аорты на уровне СТГ, является независимым признаком патологии восходящей аорты и прогрессирования аортальной недостаточности.

4. Расчет ДДА, индекса $D_{Ao}/ДДА$ и Z-критерия продемонстрировали высокую достоверность при оценке расширения аорты у лиц молодого возраста независимо от метода расчета и этиологии заболевания. Целесообразно включение этих комплексных расчетных показателей в протоколы скрининга и динамического наблюдения пациентов с подозрением на заболевание восходящей аорты. Рутинная оценка индек-

сированного показателя $D_{Ao}/ППТ$ не продемонстрировала достоверной клинической значимости.

Литература

1. Баженова Ю. В. и др. Компьютерная томография в диагностике аневризм аорты // Байкальский медицинский журнал. – 2014. – Т. 130. – № 7. – С. 37–41.
2. Лунева Е. Б. и др. Причины формирования аневризмы грудного отдела аорты // Российский кардиологический журнал. – 2013. – № 1 (99). – С. 19–22.
3. Семенкин А. А. и др. Проспективная оценка изменений корня аорты у лиц с недифференцированной дисплазией соединительной ткани с использованием модифицированного способа опер. // Лечащий врач. – 2018. – № 8. – С. 69.
4. Lancellotti P. et al. Recommendations for the imaging assessment of prosthetic heart valves: a report from the EACI endorsed by the CSE, the IASE, and the BDCI // Eur. Heart Journal–Card. Im. – 2016. – Т. 17. – № 6. – С. 589–590.
5. Ogino H. et al. JCS/JSCVS/JATS/JSVS 2020 guideline on diagnosis and treatment of aortic aneurysm and aortic dissection // Circulation Journal. – 2023. – Т. 87. – № 10. – С. 1410–1621.

References

1. Bazhenova Yu. V. i dr. Komp'yuternaya tomo-grafiya v diagnostike anevrizm aorty // Bajkal'skij medicinskij zhurnal. – 2014. – Т. 130. – № 7. – S. 37–41.
2. Luneva E. B. i dr. Prichiny formirovaniya anevrizmy grudnogo otdela aorty // Rossijskij kardiologicheskij zhurnal. – 2013. – № 1 (99). – S. 19–22.
3. Semenkin A. A. i dr. Prospektivnaya ocenka izmenenij kornya aorty u lic s nedifferencirovannoj displaziej soedinitel'noj tkani s ispol'zovaniem modifirovannogo sposoba opr. // Lechashchij vrach. – 2018. – № 8. – S. 69.
4. Lancellotti P. et al. Recommendations for the imaging assessment of prosthetic heart valves: a report from the EACI endorsed by the CSE, the IASE, and the BDCI // Eur. Heart Journal–Card. Im. – 2016. – Т. 17. – № 6. – S. 589–590.
5. Ogino H. et al. JCS/JSCVS/JATS/JSVS 2020 guideline on diagnosis and treatment of aortic aneurysm and aortic dissection // Circulation Journal. – 2023. – Т. 87. – № 10. – S. 1410–1621.

Поступила 05.02.2024 г.