

Валуженич Я.И.¹ ✉, Юдина О.А.², Рудой А.С.³¹ Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь² Республиканский клинический медицинский центр Управления делами
Президента Республики Беларусь, Минск, Беларусь³ Республиканский научно-практический центр «Кардиология», Минск, Беларусь

Толщина стенки грудной аорты как микрометрический биомаркер аортопатий

Конфликт интересов: не заявлен.**Вклад авторов:** концепция и дизайн исследования, редактирование, сбор материала, обработка, написание текста статьи – Валуженич Я.И.; концепция и дизайн исследования, анализ материала, редактирование, написание текста – Юдина О.А.; концепция исследования, критический пересмотр статьи – Рудой А.С.

Подана: 27.01.2025

Принята: 01.04.2025

Контакты: valiuzhenichdoc@gmail.com

Резюме

Введение. Решение о превентивном хирургическом вмешательстве учитывает только диаметр аорты. Толщина стенки аорты систематически игнорировалась на протяжении десятилетий, вероятно, из-за отсутствия точных методов измерения. На сегодняшний день существуют различные методы оценки толщины стенки аорты: окулярная микрометрия, лазерная микрометрия, линейные лазерные триангуляционные датчики, гистоморфометрия, цифровой штангенциркуль, электронный штангенциркуль, эпиаортальное ультразвуковое исследование и электронный анализ изображений.

Цель. Определить возможности использования микрометрического биомаркера «толщина стенки грудного отдела аорты» для установления этиологии аортопатии.

Материалы и методы. Материалом для исследования служили фрагменты восходящего отдела грудной аорты, полученные во время оперативного вмешательства у пациентов с патологией грудной аорты и/или аортального клапана (АоК) на базе ГУ «Республиканский научно-практический центр «Кардиология». Световая микроскопия выполнена на Leica DMRB, фотофиксация – с помощью цифровой камеры Leica DFC 495, постобработка – в программе ImageJ (NIH, США). Морфометрическими методами оценивали толщину интимы, медиа и адвентиции стенки аорты (линейные размеры каждого фрагмента аорты получали как среднее значение от 10 измерений, проведенных на 5 микрофотографиях стенки аорты при увеличении $\times 100$).

Результаты. Установлена слабая положительная связь между размерами стенки аорты и возрастом ($r=0,28$) ($p<0,05$). Установлены значимые различия в толщине стенки аорты у пациентов с атеросклерозом и подгруппой ННСТ + ДАК – 6213,7 [5641,7; 7487,45] и 5204,7 [4634,6; 5828,2] мкм соответственно ($p=0,007$). Толщина интимы в исследуемых группах была вариабельной. Значимые различия установлены в подгруппах ННСТ + ДАК и АГ. Максимальные размеры наблюдались у пациентов с АГ, а минимальные – у пациентов с ННСТ + ДАК – 258,9 [154,1; 463,8] и 803,5 [439,9; 1082,3] мкм ($p=0,015$). Значимые различия в толщине адвентиции установлены у пациентов

с атеросклеротическим кардиосклерозом (АКС) и АГ, 1841,65 [1336,2; 2532,1] мкм и 1888,8 [1294,6; 1973,7] мкм ($p=0,001$).

Заключение. Несмотря на общепринятое представление о том, что аневризмы грудного отдела аорты характеризуются увеличением диаметра с уменьшением толщины ее стенки, результаты нашего исследования показали отсутствие взаимосвязи между этими параметрами. Отсутствие корреляции между диаметром аорты и толщиной ее стенки может расцениваться как нарушение адаптации структуры стенки аорты к гемодинамической нагрузке. Необходимы дальнейшие исследования с определением взаимосвязи между толщиной стенки аорты и риском разрыва аневризмы для персонализированного подхода к прогнозированию неблагоприятных исходов.

Ключевые слова: грудная аорта, аневризма, аортопатия, толщина стенки, интима, медиа, адвентиция

Valyuzhenich Y.¹✉, Yudina O.², Rudoy A.³

¹ Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

² Republican Clinical Medical Center of the Administrative Department of the President of the Republic of Belarus, Minsk, Belarus

³ Republican Scientific and Practical Centre "Cardiology", Minsk, Belarus

Thickness of the Thoracic Aortic Wall as a Micrometric Biomarker of Aortopathy

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: study concept and design, editing, material collection, processing, writing the article – Valyuzhenich Y.; study concept and design, material analysis, editing, text writing – Yudina O.; study concept, critical revision of the article – Rudoy A.

Submitted: 27.01.2025

Accepted: 01.04.2025

Contacts: valiuzhenichdoc@gmail.com

Abstract

Introduction. When making the decision to perform a preventive surgical intervention, only the aortic diameter is taken into consideration. The "wall thickness" of the aorta has been systematically ignored for decades, probably due to the lack of accurate measurement methods. Today, there are various methods for assessing the aortic wall thickness: ocular micrometry, laser micrometry, linear laser triangulation probes, histomorphometry, digital calipers, electronic calipers, epiaortic ultrasound, and electronic image analysis.

Purpose. To determine the possibilities of using the micrometric biomarker "thoracic aortic wall thickness" for establishing the etiology of aortopathy.

Materials and methods. The material for the study was fragments of the ascending thoracic aorta obtained during surgeries in patients with thoracic aortic and/or aortic valve pathology at the Republican Scientific and Practical Center "Cardiology". Light microscopy was performed on a Leica DMRB, photo fixation was performed using a Leica DFC 495 digital camera, and post-processing was performed in ImageJ (NIH, USA). Morphometric methods were used to assess the thickness of the intima, media, and adventitia of the

aortic wall (linear dimensions of each aortic fragment were obtained as the average value of 10 measurements taken on 5 micrographs of the aortic wall at $\times 100$ magnification).

Results. A weak positive correlation was found between the dimensions of the aortic wall and age ($r=0.28$) ($p<0.05$). Significant differences were found in the thickness of the aortic wall in patients with atherosclerosis and the HCTD+BAV subgroup: 6213.7 [5641.7; 7487.45] and 5204.7 [4634.6; 5828.2] μm , respectively ($p=0.007$). The intimal thickness in the study groups was variable. Significant differences were found in the subgroups of HTCA+BAV and AH. The maximum sizes were observed in patients with AH, and the minimum ones were revealed in patients with HCTD+BAV: 258.9 [154.1; 463.8] and 803.5 [439.9; 1082.3] μm , respectively ($p=0.015$). Significant differences in the adventitia thickness were found in patients with ACS and AH: 1841.65 [1336.2; 2532.1] μm and 1888.8 [1294.6; 1973.7] μm ($p=0.001$), respectively.

Conclusion. Despite the generally accepted idea that thoracic aortic aneurysms are characterized by an increase in diameter with a decrease in its wall thickness, the results of our study showed no correlations between these parameters. The lack of correlation between the aortic diameter and its wall thickness may be considered as a violation of the adaptation of the aortic wall structure to hemodynamic load. Further studies are needed to determine the relationship between the aortic wall thickness and the risk of aneurysm rupture for a personalized approach to predicting adverse outcomes.

Keywords: thoracic aorta, aneurysm, aortopathy, wall thickness, intima, media, adventitia

■ ВВЕДЕНИЕ

Максимальный диаметр аорты в большинстве руководств является основным показателем для превентивного лечения пациентов с аневризмой грудного отдела аорты (АГОА). Предотвращение сосудистой катастрофы (расслоения или разрыва) является основной целью хирургического вмешательства.

Недостатки такого параметра, как диаметр аорты, были продемонстрированы в исследовании Eleid с соавт. [1] при остром расслоении аорты типа А у пациентов с двустворчатым аортальным клапаном (ДАК) и трехстворчатым аортальным клапаном (ТАК). Максимальный диаметр аорты у пациентов с ДАК на момент ОАС составлял 66 ± 15 мм, тогда как у пациентов с ТАК он был равен 56 ± 11 мм. Международный регистр острого расслоения аорты также смог продемонстрировать, что у 62% пациентов с острым аортальным синдромом (ОАС) диаметр аорты был менее 55 мм, 42% пациентов имели диаметр менее 50 мм и 20% имели диаметр <45 мм [2]. Считают, что прогрессирование аневризмы и развитие неблагоприятных событий связано с истончением стенки аорты, вызывающим потерю механической устойчивости. Для их оценки разработаны индексы стратификации индивидуального риска [3, 4].

Решение о превентивном хирургическом вмешательстве учитывает только диаметр аорты. Толщина стенки аорты систематически игнорировалась на протяжении десятилетий, вероятно, из-за отсутствия точных методов измерения. Однако наличие линейной корреляции между фактическим диаметром и толщиной стенки аорты предполагалось, так как напряжение стенки сосуда, согласно закону Лапласа (статическое), определяется как давление жидкости $\times$ радиус сосуда / толщина стенки сосуда. На сегодняшний день существуют различные методы оценки толщины стенки

аорты: окулярная микрометрия, лазерная микрометрия, линейные лазерные триангуляционные датчики, гистоморфометрия, цифровой штангенциркуль, электронный штангенциркуль, эпиаортальное ультразвуковое исследование и электронный анализ изображений.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определить возможности использования микрометрического биомаркера «толщина стенки грудного отдела аорты» для установления этиологии аортопатии.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования служили фрагменты восходящего отдела грудной аорты, полученные во время оперативного вмешательства у пациентов с патологией грудной аорты и/или аортального клапана (АоК) на базе ГУ «Республиканский научно-практический центр «Кардиология». Образцы после измерения и макроскопического описания фиксировали 10%-м нейтральным забуференным формалином и обрабатывали по общепринятой методике: спирты – ксилол – гистомикс. Толщина срезов составила 4 мкм. Препараты окрашивали гематоксилином и эозином, пентахромом по Мовату.

Световая микроскопия выполнена на Leica DMRB, фотофиксация – с помощью цифровой камеры Leica DFC 495, постобработка – в программе ImageJ (NIH, США). Морфометрическими методами оценивали толщину интимы, медиа и адвентиции стенки аорты (линейные размеры каждого фрагмента аорты получали как среднее значение от 10 измерений, проведенных на 5 микрофотографиях стенки аорты при увеличении $\times 100$).

Проанализированы доступные анамнестические данные и изучены структурно-геометрические показатели сердца.

Для оптимизации заключительного диагноза применяли стандартизированную номенклатуру в соответствии с консенсусной документацией, относящейся к унифицированной номенклатуре для различных воспалительных и невоспалительных поражений аорты. Результаты патоморфологического диагноза сопоставляли с клиническим.

Образцы аорт на основании сопоставления клинико-морфологических данных разделили на 4 подгруппы: 1-я подгруппа – наследственные нарушения соединительной ткани (ННСТ), включая синдром Марфана, и двустворчатый аортальный клапан (ДАК); 2-я подгруппа – инфекционный эндокардит с реконструкцией корня аорты, а также хроническая ревматическая болезнь сердца (ИЭ и ХРБС); 3-я – аневризма восходящей аорты при артериальной гипертензии (АГ); 4-я – атеросклеротическая аневризма аорты. Внутри подгрупп проанализированы случаи хронических и распадающихся аневризм, результаты представлены в табл. 1.

Методы статистического анализа

Для анализа статистических данных использовано программное обеспечение MS Office Excel (Microsoft) и пакет прикладных программ Statistica 13.0 (TIBCO Software Inc., 2017). Для оценки распределения непрерывных переменных использовали критерий Колмогорова – Смирнова. Переменные с ненормальным распределением выражали как медиану и межквартильный размах. Наличие взаимосвязи

между количественными признаками оценивали при проведении корреляционного анализа по методу Спирмена с вычислением коэффициента корреляции (r). Влияние определенного фактора на значение количественного признака выявляли при проведении множественных сравнений с вычислением критерия Краскела – Уоллиса. Для попарного сравнения независимых выборок использовали критерий Манна – Уитни.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В исследование включены 61 (83,5%) мужчина и 12 (16,5%) женщин. Средний возраст составил 49 [40,0; 62,0] лет (табл. 1). Пациенты с атеросклерозом были значимо старше пациентов с ННСТ + ДАК.

Средний диаметр аорты по данным эхокардиографии составлял 48 [30; 75] мм на уровне синусов Вальсальвы и 50 [34; 94] мм в восходящем отделе. Толщина аорты у мужчин и женщин в исследуемых подгруппах не отличалась.

Установлено, что общая толщина стенки аорты преобладала у лиц с артериальной гипертензией, а у пациентов с ННСТ и ДАК была минимальной (табл. 2).

Выполнена оценка корреляции максимального диаметра аорты и толщины стенки аорты: не установлено связей с указанными параметрами ($r=0,19$) для восходящего отдела грудной аорты и ($r=0,16$) для синусов Вальсальвы. Установлена слабая положительная связь между размерами стенки аорты и возрастом ($r=0,28$) ($p<0,05$) (табл. 3).

Острое расслоение аорты является относительно редким, но катастрофическим сердечно-сосудистым состоянием. Внутрибольничная летальность по-прежнему составляет в среднем от 10 до 35%. Профилактическое хирургическое вмешательство на корне аорты у пациентов с расширенной восходящей аортой является основой профилактики расслоения аорты. В ряде исследований сообщалось, что стенка аорты была значительно тоньше у пациентов с синдромом Марфана и острым расслоением аорты по сравнению с пациентами, перенесшими плановую операцию на корне аорты по показаниям, отличным от расслоения [5]. Эти наблюдения позволили

Таблица 1
Распределение пациентов в группе исследования по этиологическому фактору
Table 1

Distribution of patients in the study group by etiological factor

Показатель	Подгруппы			
	1	2	3	4
	Несиндромные ННСТ+ СМ + ДАК, всего / остр. рассл. / хр. аневр.	ИЭ + ХРБС, всего / остр. рассл. / хр. аневр.	Артериальная гипертензия, всего / остр. рассл. / хр. аневр.	Атеросклероз, дегенеративное поражение, всего / остр. рассл. / хр. аневр.
n (%)	37 (50,7)/1/36	5 (6,8)/1/4	9 (12,3)/7/2	22 (30,1)/1/21
Мужчины/женщины	34/3 1/– 33/3	4/1 1/– 3/1	9/– 7/– 2/–	14/8 1/– 13/8
Средний возраст, лет Me [25%; 75%]	43 [30; 49]/ 32/ 43 [29; 49]	51 [39; 57]/ 49/ 62 [58; 67]	56 [42; 64]/ 50 [41; 62]/ 56	62 [57; 67]/ 51/ 58 [55; 60]

Таблица 2
Сравнительная характеристика толщины стенки аорты в исследуемых подгруппах
Table 2
Comparative characteristics of aortic wall thickness in the studied subgroups

Признак, Me [25%; 75%]	Группа				p-уровень (Ман-на – Уитни)
	Несиндром-ные ННСТ + СМ + ДАК	ИЭ + ХРБС	Артериаль-ная гипер-тензия	Атеросклероз	
	1	2	3	4	
Толщина интимы, мкм	258,9 [173,3; 463,8]	833,6 [758,8; 1865,9]	803,5 [439,9; 1082,3]	506,6 [284,1; 684,1]	$U^{1-3}=79, Z=-2,4, p^{1-3}=0,015$
Толщина медиа, мкм	3253,23 [2805,1; 3884,7]	3594,9 [3347,6; 4160,7]	3347,6 [2834,7; 3406,7]	3724,45 [2833; 4160,7]	$p>0,05$
Толщина адвенти-ции, мкм	1335,1 [775,9; 1990,1]	1793,4 [1294,6; 1973,7]	1888,8 [1294,6; 1973,7]	1841,65 [1336,23; 2532,1]	$U^{1-3}=36, Z=-3,59, p^{1-3}=0,0003$ $U^{4-3}=23, Z=3,28, p^{4-3}=0,001$ $U^{3-2}=4, Z=2,4, p^{3-2}=0,016$
Толщина аорты, мкм	5204,7 [4634,6; 5828,2]	4970,4 [4911,1; 7900,1]	8489,2 [6270,2; 11121,4]	6213,7 [5604,7; 7259,4]	$U^{1-4}=23, Z=-2,68, p^{1-4}=0,007$ $U^{1-3}=44, Z=-3,7, p^{1-3}=0,0007$ $U^{4-3}=49, Z=-2,15, p^{4-3}=0,031$

нам предположить, что истончение стенок также может быть важным фактором, способствующим увеличению напряжения в сосудистой стенке.

Средний диаметр аорты у пациентов с аневризмой составлял 50 [46; 57] мм на уровне синусов Вальсальвы и 47,5 [43; 52] мм в восходящем отделе. Средний диаметр аорты при ОАС составлял 56 [46; 61] мм на уровне синусов Вальсальвы и 50 [45; 62,5] мм в восходящем отделе. Средняя толщина аортальной стенки составила 5543,6

Таблица 3
Корреляционные связи между параметрами восходящей аорты и исходными характеристиками пациентов в исследуемых подгруппах
Table 3
Correlations between parameters of the ascending aorta and baseline characteristics of patients in the studied subgroups

Признак 1	Признак 2		
	Толщина		
	аорты	адвентиции	интимы
	КК _{Spearman}		
Возраст	0,28*	–	–
Острое расслоение	0,35*	0,33*	0,39*
Хроническая аневризма	–0,35*	–0,38*	–0,37*
Этиологический вариант	0,43*	0,33*	0,37*

Примечания: КК Spearman – коэффициент корреляции Spearman; *корреляции значимы на уровне или при уровне $p<0,05$.

[4854,7; 6550,6] мкм у пациентов с аневризмой и 8489,2 [6161,1; 11863,6] мкм в группе с расслоением, выявлены значимые различия по указанному параметру ($p=0,001$). Толщина интимы и адвентиции также имела значимые различия ($p=0,001$) (табл. 4). Значимых различий в толщине медиа у пациентов с расслоением и хронической аневризмой аорты не выявлено.

Установлена слабая положительная связь между размерами стенки аорты и возрастом – $r=0,28$ ($p<0,05$) (табл. 3). Отмечена умеренная положительная связь толщины аорты и острого расслоения и умеренная отрицательная связь толщины аорты у пациентов с хронической аневризмой – $r=0,35$ и $r=-0,35$ ($p<0,05$). Определена умеренная положительная связь толщины аорты и этиологического варианта – $r=0,43$ ($p<0,05$).

Выявлена умеренная положительная связь между размерами интимы и следующими показателями: острое расслоение, хроническая аневризма и этиологический вариант ($p<0,05$).

Данные об увеличении толщины аорты, полученные нами при измерении ее после расслоения, согласуются с результатами исследований, опубликованных в доступной литературе. Сообщается о доказательствах увеличения толщины стенки восходящей аорты и минимальном изменении диаметра аорты при расслоении [6, 7]. Таким образом, толщина стенки аорты является одним из параметров, влияющих на риск расслоения, в том числе у пациентов с нормальным / минимально расширенным диаметром аорты.

Установлены значимые различия в толщине стенки аорты у пациентов с атеросклерозом и подгруппой ННСТ + ДАК – 6213,7 [5641,7; 7487,45] и 5204,7 [4634,6; 5828,2] мкм соответственно ($p=0,007$).

Толщина интимы в исследуемых группах была вариабельной (см. рисунок).

Значимые различия установлены в подгруппах ННСТ + ДАК и АГ. Максимальные размеры наблюдались у пациентов с АГ, а минимальные – у пациентов с ННСТ + ДАК – 258,9 [154,1; 463,8] и 803,5 [439,9; 1082,3] мкм ($p=0,015$).

Значимые различия в толщине адвентиции установлены у пациентов с АКС и АГ, 1841,65 [1336,2; 2532,1] мкм и 1888,8 [1294,6; 1973,7] мкм ($p=0,001$) (см. рисунок).

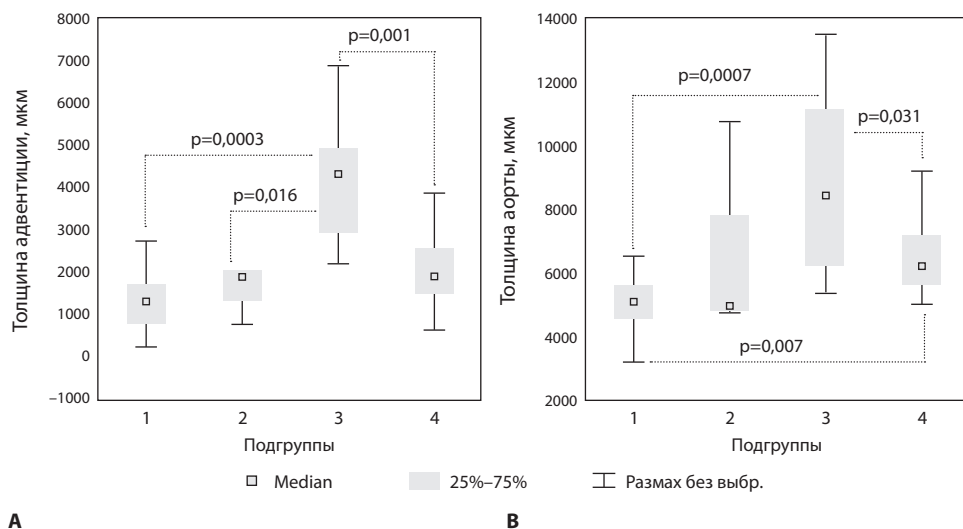
Таблица 4

Сравнительная характеристика толщины стенки аорты у пациентов с острым расслоением и хронической аневризмой (Манна – Уитни)

Table 4

Comparative characteristics of aortic wall thickness in patients with acute dissection and chronic aneurysm (Mann – Whitney)

Признак	Группа		p-уровень (Краскела – Уоллиса)
	Острое расслоение n=11	Хроническая аневризма n=62	
Толщина интимы, мкм Me [25%; 75%]	833,6 [758,8; 1732,4]	325,875 [185,9; 531,2]	p=0,001
Толщина медиа, мкм Me [25%; 75%]	4315,2 [1973,7; 4895,2]	3392,1 [2816,2; 3987,6]	p=0,99
Толщина адвентиции, мкм Me [25%; 75%]	4315,2 [1973,7; 4895,2]	1585,2 [1030,3; 2372,3]	p=0,001
Толщина аорты, мкм Me [25%; 75%]	8489,2 [6161,1; 11863,6]	5543,6 [4854,7; 6550,6]	p=0,003



Одномерный (межгрупповой) дисперсионный анализ толщины адвентиции и аорты в исследуемых подгруппах
Univariate (between-group) analysis of variance of adventitial and aortic thickness in the studied subgroups

Таким образом, полученные данные согласуются с результатами других авторов об увеличении толщины стенки аорты с возрастом. Об этом сообщалось ранее и у здоровых людей и лиц с сердечно-сосудистыми заболеваниями [8]. Толщина стенки аорты не зависела от пола, что интересно, поскольку возраст и пол обычно считаются ключевыми факторами атеросклероза [9]. Более того, толщина стенки аорты не была связана ни с одним из других изученных факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний.

Двустворчатый аортальный клапан является наиболее распространенным врожденным пороком сердца, а синдром Марфана – одним из наиболее частых заболеваний соединительной ткани.

Изучение стенки аорты у пациентов с ННСТ + ДАК позволило установить, что общая толщина стенки аорты была минимальной у пациентов с ННСТ + ДАК и составляла 5204,7 [4634,6; 5828,2] мкм. Следует отметить, что размеры всех трех слоев (интимы, медиа и адвентиции) сосудистой стенки были наименьшими в подгруппе ННСТ + ДАК. Выявлены значимые различия по толщине стенки аорты в подгруппах ННСТ + ДАК и АГ, АКС ($p^{1-3}=0,0065$, $p^{1-4}=0,024$).

Наибольшие изменения в адвентиции были у пациентов с АГ, а минимальные – у пациентов с ННСТ + ДАК ($p=0,001$).

ДАК и СМ связаны с повышенным риском развития аневризмы аорты. Обычно заболевание протекает бессимптомно и может привести к опасным для жизни осложнениям, таким как расслоение и разрыв аорты. Расслоение аорты типа А инициируется разрывом интимального слоя. Данные о механизмах разрыва при несиндромной аортопатии в доступной литературе не представлены. Таким образом, интима аорты



представляет интерес для изучения. Недавние исследования выявили особенности развития интимы у пациентов с ДАК и ТАК [10].

В нашем исследовании мы подтвердили данные о том, что у пациентов с ДАК и СМ слои стенки аорты значительно тоньше, чем при изолированном ТАК. Кроме того, несмотря на наличие морфологического ТАК, пациенты с СМ также показали значительно более тонкий не только интимальный, но и адвентициальный слои по сравнению с изолированным ТАК. Таким образом, аортопатии при ННСТ и ДАК связаны с исходно тонкой интимой, а не с анатомией аортального клапана, а истончение интимы обусловлено генетическим характером изменений структурных компонентов стенки аорты как при ННСТ, так и при ДАК. Полученные результаты (изменение толщины интимы и/или адвентиции) могут быть использованы в качестве маркера для выявления пациентов с повышенным риском развития аортопатии.

Нами установлено, что при ХРБС и ИЭ толщина стенки аорты составляла 6266,3 [4970,4; 7259,4] мкм и занимала второе место после АГ. Увеличение толщины стенки аорты наблюдается при инфекционном эндокардите [11] и считается ранним признаком эндокардита протезированного клапана (ЭПК) [12], но не включено в диагностические рекомендации.

Сведения об изменениях сосудистой стенки у пациентов с воспалительной аортопатией представлены в единичных публикациях. В нескольких исследованиях продемонстрировано, что компьютерная томография с ЭКГ-контролем имеет сопоставимую диагностическую эффективность с ЧП ЭхоКГ при диагностике пациентов с ЭПК аорты [13], в исследовании увеличение толщины стенки аорты рассматривалось как признак инфекции корня аорты. Таким образом, ранняя диагностика имеет важное значение для прогноза. Увеличение толщины стенки аорты может быть первым признаком визуализации, указывающим на ЭПК. Кроме того, при наличии псевдоаневризмы неясной природы увеличение толщины стенки может быть признаком активной инфекции. Тщательный осмотр корня аорты на КТ грудной клетки у пациентов с протезом аортального клапана и лихорадкой может привести к предположению о диагнозе на ранней стадии прогрессирования заболевания, до того как разовьется абсцедирование корня аорты.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на общепринятое представление о том, что аневризмы грудного отдела аорты характеризуются увеличением диаметра с уменьшением толщины ее стенки, результаты нашего исследования показали отсутствие корреляции между диаметром аорты и толщиной ее стенки и взаимосвязи между этими параметрами.

Повреждение аорты различной этиологии приводит к морфологическому ремоделированию стенки с увеличением либо сохранением ее толщины за счет изменения соотношения структурных компонентов (интимы, медиа и адвентиции).

Установлено, что наибольшая толщина стенки аорты характерна для пациентов с артериальной гипертензией, минимальные значения показателей толщины выявлены у пациентов с ННСТ + ДАК.

Наибольший вклад в параметр «толщина стенки грудной аорты» внесли показатели толщины адвентиции и интимы. Выявлено, что толщина стенки аорты при остром расслоении значимо больше, чем при хронической аневризме за счет толщины интимы и адвентиции.

Увеличение толщины стенки аорты может быть первым признаком, указывающим на развитие аортопатии, что имеет важное значение для прогноза АГОА.

Необходимы дальнейшие исследования с определением взаимосвязи между толщиной стенки аорты и риском разрыва АГОА для персонализированного подхода к прогнозированию неблагоприятных исходов. Внедрение дополнительных неинвазивных инструментальных методов количественной оценки толщины стенки восходящей аорты будет способствовать принятию клинических решений и улучшению результатов лечения.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Eleid M.F., Forde I., Edwards W.D. Type A aortic dissection in patients with bicuspid aortic valves: clinical and pathological comparison with tricuspid aortic valves. *Heart*. 2013;99:1668–1674. doi: 10.1136/heartjnl-2013-304606
2. Parish L.M., Gorman J.H., Kahn S. Aortic size in acute type A dissection: implications for preventive ascending aortic replacement. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2008;35(6):941–946. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2008.12.047>
3. Svensson L.G., Kim K.-H., Lytle B.W. Relationship of aortic cross-sectional area to height ratio and the risk of aortic dissection in patients with bicuspid aortic valves. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2003;126(3):892–893. Available at: [https://doi.org/10.1016/s0022-5223\(03\)00608-1](https://doi.org/10.1016/s0022-5223(03)00608-1)
4. Zafar M.A., Li Y., Rizzo J.A. Height alone, rather than body surface area, suffices for risk estimation in ascending aortic aneurysm. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2018;155(5):1938–1950. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2017.10.140>
5. Shiran H., Odegaard J., Berry G. Aortic wall thickness may be an independent risk factor for aortic dissection. *Journal of the American College of Cardiology*. 2012;59(13):E831. Available at: [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(12\)60832-8](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(12)60832-8)
6. Rylski B., Blanke P., Beyersdorf F. How Does the Ascending Aorta Geometry Change When It Dissects? *Journal of the American College of Cardiology*. 2014;63(13):1311–1319. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.12.028>
7. Neri E., Barabesi L., Buklas D. Limited role of aortic size in the genesis of acute type A aortic dissection. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2005;28(6):857–863. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2005.10.013>
8. Liu C.-Y., Chen D., Bluemke D.A. Evolution of Aortic Wall Thickness and Stiffness With Atherosclerosis. *Hypertension*. 2015;65(5):1015–1019. Available at: <https://doi.org/10.1161/hypertensionaha.114.05080>
9. Greenland P., Alpert J.S., Beller G.A. 2010 ACCF/AHA Guideline for Assessment of Cardiovascular Risk in Asymptomatic Adults: Executive Summary. *Circulation*. 2010;122(25):2748–2764. Available at: <https://doi.org/10.1161/cir.0b013e3182051bab>
10. Grewal N., Gittenberger-de Groot A.C., von der Thülen J. The Development of the Ascending Aortic Wall in Tricuspid and Bicuspid Aortic Valve: A Process from Maturation to Degeneration. *Journal of Clinical Medicine*. 2020;9(4):908. Available at: <https://doi.org/10.3390/jcm9040908>
11. Habib G., Badano L., Tribouilloy C. Recommendations for the practice of echocardiography in infective endocarditis. *European Journal of Echocardiography*. 2010;11(2):202–219. Available at: <https://doi.org/10.1093/ejechocard/jeq004>
12. Yeter E., Bayram N., Akçay M. Aortic valve endocarditis with aortic wall thickening requires close follow-up for a possible abscess formation. *Perfusion*. 2009;24(1):33–35. Available at: <https://doi.org/10.1177/0267659109105982>
13. Fagman E., Perrotta S., Bech-Hanssen O. ECG-gated computed tomography: a new role for patients with suspected aortic prosthetic valve endocarditis. *European Radiology*. 2012;22(11):2407–2414. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00330-012-2491-5>