

Научная статья

УДК 611.12–073.756.8

doi:10.18499/2225-7357-2024-13-2-32-38

3.3.1 – анатомия человека



Морфометрические особенности сердца и его крупных сосудов у взрослого человека по данным компьютерной томографии

А. А. Пасюк, Н. А. Трушель✉

Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Установление половых, возрастных и конституциональных особенностей строения сердца человека и сосудов, отходящих от него, необходимо для адекватной оценки результатов инструментальных исследований сердечно-сосудистой системы, а также для разработки профилактических мероприятий, направленных на предупреждение развития болезней сердца. **Цель исследования** – установление морфометрических особенностей сердца и начальных отделов аорты и легочного ствола у людей разного пола, возраста и типа телосложения. **Материал и методы.** Ретроспективно с использованием метода компьютерной томографии изучены морфометрические особенности сердца, клапанов и начальных отделов аорты и легочного ствола у 80 пациентов обоего пола (46 женщин и 34 мужчин). Применялись непараметрические методы описательной статистики. Для установления достоверности различий использовались критерии Краскела–Уоллиса и Манна–Уитни. Корреляционные взаимосвязи между признаками вычисляли с использованием метода ранговой корреляции Спирмена. **Результаты.** В результате исследования установлено, что линейные размеры сердца и площади полулунных заслонок клапана аорты и легочного ствола у мужчин статистически значимо больше, чем у женщин. С возрастом вертикальный размер сердца уменьшается, а угол наклона легочного ствола в сагиттальной плоскости увеличивается. Переднезадний размер сердца, длина кольца аорты, площадь задней полулунной заслонки увеличиваются от периода I периода зрелого возраста до пожилого возраста. У гиперстеников угол наклона легочного ствола в сагиттальной плоскости, а также переднезадний и поперечный размеры сердца больше, чем у нормо- и гипостеников. У гипостеников вертикальный размер сердца больше, чем у нормо- и гиперстеников. **Заключение.** Создана база данных, содержащая сведения о морфометрических параметрах сердца, площади полулунных заслонок клапанов аорты и легочного ствола, особенностях топографии аорты и легочного ствола у людей разного пола, возраста и телосложения.

Ключевые слова: сердце; человек; компьютерная томография; морфометрия; аорта; легочный ствол

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Пасюк А.А., Трушель Н.А. Морфометрические особенности сердца и его крупных сосудов у взрослого человека по данным компьютерной томографии // Журнал анатомии и гистопатологии. 2024. Т. 13, №2. С. 32–38. <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2024-13-2-32-38>

ORIGINAL ARTICLES

Original article

Morphometric Features of the Heart and its Major Vessels in Adults According to Computed Tomography Data

А. А. Pasyuk✉, N. A. Trushel'

Belarusian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus

Abstract. Establishing gender, age and constitutional features of the structure of the human heart and the vessels extending from it is necessary for an adequate assessment of the results of instrumental studies of the cardiovascular system, as well as for the development of prophylactic measures aimed at preventing heart diseases. **The aim** of the study was to establish the morphometric features of the heart and initial segments of the aorta and pulmonary trunk in people of different sex, age and body type. **Material and methods.** Retrospectively, using computed tomography, morphometric features of the heart, valves, and initial segments of the aorta and pulmonary trunk were studied in 80 patients (46 women and 34 men). Non-parametric methods of descriptive statistics were applied. To establish the significance of differences, the Kruskal–Wallis and Mann–Whitney tests were used. Correlational relationships between the features were calculated using the Spearman's rank correlation method. **Results.** The study found that the linear dimensions of the heart and the areas of the semilunar cusps of the aortic valve and pulmonary trunk in men are statistically significantly larger than in women. With age, the vertical size of the heart decreases, and the angle of inclination of the pulmonary trunk in the sagittal plane increases. The anteroposterior dimension of the heart, the length of the aortic ring, and the area of the posterior semilunar cusp increase in individuals from the early mature period to the elderly period.

©Пасюк А.А., Трушель Н.А., 2024

Hypersthenics have a significantly larger angle of inclination of the pulmonary trunk in the sagittal plane and anteroposterior and transverse dimensions of the heart compared to normo- and hyposthenics. Hyposthenics have a larger vertical dimension of the heart compared to normo- and hypersthenics. **Conclusion.** A database has been created containing information on the morphometric parameters of the heart, the area of the semilunar cusps of the aortic and pulmonary trunk valves, and the features of the topography of the aorta and pulmonary trunk in people of different sexes, ages, and body types.

Keywords: heart; human; computed tomography; morphometry; aorta; pulmonary trunk

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interests.

For citation: Pasyuk A.A., Trushel' N.A. Morphometric features of the heart and its major vessels in adults according to computed tomography data. Journal of Anatomy and Histopathology. 2024. V. 13, №2. P. 32–38. <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2024-13-2-32-38>

Введение

Изучению морфологических и морфометрических особенностей сердца человека и крупных сосудов, отходящих от него, посвящено много научных работ [2, 5, 6, 8–10]. Установление возрастных, половых и конституциональных особенностей строения сердца и его крупных сосудов имеет важное значение для практикующих врачей, выполняющих оперативные вмешательства на сердце человека (замену клапанов, трансплантацию сердца, операции на аорте и легочном стволе и др.), а также может использоваться в научных исследованиях в области морфологии, физиологии, биофизики, биохимии [3, 7]. Верификация морфометрических показателей сердца и его крупных сосудов актуальна каждые 10 лет в связи с изменением экологического фона, акселерацией и особенностями питания населения.

Современные методы исследования (компьютерная томография, магнитно-резонансная томография и др.) [4] позволяют визуализировать, детально изучать анатомические образования сердца и его сосудов на живом человеке. Исследование особенностей взаиморасположения сердца и крупных сосудов, отходящих от него, в зависимости от возраста, пола и типа телосложения человека, важно для понимания особенностей кровотока и влияния его на стенку сосуда у конкретного человека.

Установление половых, возрастных и конституциональных морфометрических особенностей полулунных заслонок клапанов сердца, углов наклона аорты и легочного ствола, а также сердца человека может иметь значение для практикующих врачей при оценке результатов диагностических исследований, выявлении субклинических состояний и прогнозировании развития заболеваний.

Исходя из вышесказанного, целью настоящего исследования является установление морфометрических особенностей сердца и начальных отделов аорты и легочного ствола у людей разного пола, возраста и типа телосложения.

Материал и методы исследования

Материалом для исследования служили данные компьютерной томографии (КТ) органов грудной клетки (с внутривенным контрастированием) 80 пациентов Республиканского научно-практического центра «Кардиология» министерства Здравоохранения Республики Беларусь, выполненные в 2022–2023 годах. Обследование проводилось на двухтрубном 384-срезовом компьютерном томографе «Somatom Force» компании «Siemens». Из исследования исключались пациенты с пороками сердца, заболеваниями соединительной ткани, артериальной гипертензией выше 2-й степени и с другими выраженными морфологическими изменениями.

Исследуемая выборка представлена 46 женщинами в возрасте 61,00 (50,00; 66,00) лет и 34 мужчинами в возрасте 48,50 (40,00; 57,00) лет. Исследованная выборка разделена на 4 возрастные группы, согласно классификации, принятой на 7-й Всесоюзной конференции по проблемам возрастной морфологии, физиологии и биохимии АПН СССР (1965): 1-ю – I период зрелого возраста (22–35 лет для мужчин, 21–35 лет для женщин), 7 пациентов (8,8%); 2-ю – II период зрелого возраста (36–60 лет для мужчин, 36–55 лет для женщин), 40 человек (50,0%), 3-ю – пожилой возраст (61–74 года для мужчин, 56–74 года для женщин), 31 человек (38,8%) и 4-ю – старческий возраст (75–90 лет), 2 человека (2,5%) [1].

Морфометрические измерения были выполнены с помощью программного обеспечения для обработки изображений «Syngo.via». На сканах КТ изучали следующие показатели: переднезадний, поперечный и вертикальный размеры сердца. Измерения проводили между наиболее удаленными точками сердца в аксиальной, сагитальной и фронтальной плоскостях. Длину окружности (далее – кольца) аорты измеряли у ее основания в косой проекции, перпендикулярно оси сосуда. Площади полулунных заслонок клапана аорты измеряли в косой плоскости, которая выводилась в соответствии с плоско-

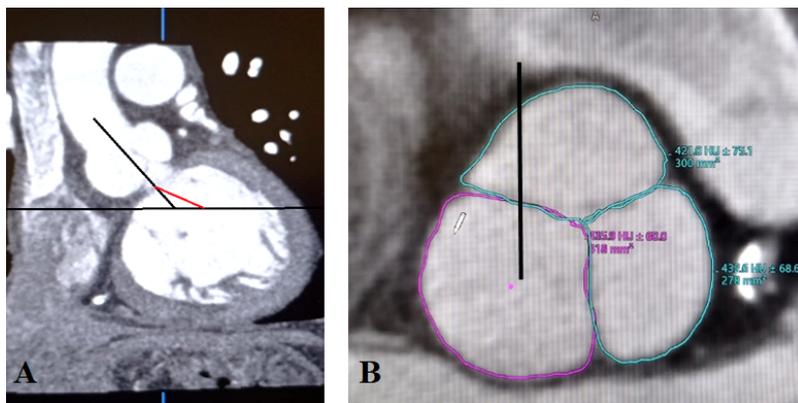


Рис. 1. Измерение угла наклона аорты во фронтальной плоскости (А) и определение смещения точки коаптации клапана (В).
Fig. 1. Measurement of the aortic angle in the frontal plane (A) and determination of the displacement of the coaptation point of the valve (B).

Таблица 1 / Table 1

Размеры сердца у мужчин и женщин, (Me[Q25; Q75])
Heart dimensions in men and women, (Me[Q25; Q75])

Показатели	Женщины	Мужчины	p-value
Переднезадний размер сердца, см	10,55 [9,43; 11,46]	11,39 [10,74; 12,42]	p=0,001
Поперечный размер сердца, см	11,12 [10,09; 12,40]	11,79 [10,83; 12,94]	p=0,036
Вертикальный размер сердца, см	6,11 [5,42; 6,81]	6,54 [6,11; 7,48]	p=0,025
Длина кольца аорты, см	9,99 [9,44; 10,84]	11,27 [10,48; 11,97]	p=0,000

стью смыкания полулунных заслонок. Измерение углов наклона аорты и легочного ствола осуществляли в сагиттальной и фронтальной плоскостях между горизонтальной линией и осью начального отдела сосуда (рис. 1А). Отмечалось положение точки коаптации (точка смыкания трех полулунных заслонок) клапана аорты относительно ее смещения вправо или влево в плоскости клапана относительно центра сосуда (рис. 1В).

Исследование проводилось в соответствии с требованиями статьи 46 Закона Республики Беларусь «О здравоохранении» от 18 июня 1993 года и иными актами законодательства в области сохранения охраняемой законом тайны.

Статистический анализ полученных данных проводился с использованием программ Excel 2010 и STATISTICA 10.0. Результаты представлены в виде медианы (Me), интерквартильного размаха (25%-й; 75-й% процентиля), максимального (Max) и минимального (Min) значений, объема выборки (n), процентной доли (%). При оценке достоверности различия совокупностей количественных признаков нескольких независимых выборок использовался критерий Краскела–Уоллиса (H), а для сравнения двух групп – критерий Манна–Уитни (U). Корреляционные взаимосвязи между признаками вычисляли с использованием метода ранговой корреляции Спирмена (ρ). Уровень значимости устанавливали p<0,05.

Результаты и их обсуждение

В ходе исследования установлены морфометрические особенности сердца у взрос-

лых людей обоего пола (табл. 1). Так выявлено, что у мужчин переднезадний, поперечный и вертикальный размеры сердца и длина кольца аорты были статистически значимо больше таковых у женщин. Похожие данные были получены В.А. Ивановым [2].

В ходе исследования не было обнаружено статистически значимых половых различий между углами наклона аорты и легочного ствола во фронтальной и сагиттальной плоскостях (табл. 2).

В связи с особенностью распределения контрастного вещества в сердце человека при выполнении КТ, удалось визуализировать и измерить полулунные заслонки только клапана аорты.

При изучении морфометрических особенностей полулунных заслонок клапана аорты установлено, что площадь их отличалась друг от друга. Неравенство размеров полулунных заслонок клапана аорты встречается в литературных данных [8, 10]. Установлено, что площадь полулунных заслонок клапана аорты у мужчин была статистически значимо больше, чем у женщин (табл. 3).

При исследовании взаимосвязи между площадью полулунных заслонок клапана аорты и длиной кольца аорты выявлены статистически значимые корреляционные связи: сильная – для правой полулунной заслонки (ρ=0,80) и средняя – для левой (ρ=0,61) и задней (ρ=0,68). Следовательно, чем шире кольцо аорты, тем больше площадь полулунных заслонок клапана аорты. Также установлена прямая статистически значимая корреляционная связь средней силы между площадью левой и задней полулунных заслонок (ρ=0,68) и умеренная – между площадью

Таблица 2 / Table 2

Углы наклона аорты и легочного ствола, (Me[Q25; Q75])
Angles of inclination of aorta and pulmonary trunk, (Me[Q25; Q75])

Показатели	Женщины	Мужчины	p-value
Угол наклона аорты во фронтальной плоскости, град.	123,00 [117,00; 127,00]	120,00 [115,00; 124,00]	p=0,077
Угол наклона аорты в сагиттальной плоскости, град.	89,00 [84,00; 93,00]	91,00 [85,00; 98,00]	p=0,468
Угол наклона легочного ствола во фронтальной плоскости, град.	110,00 [97,00; 116,00]	110,50 [104,00; 117,00]	p=0,665
Угол наклона легочного ствола в сагиттальной плоскости, град.	122,00 [115,00; 128,00]	119,00 [112,00; 129,00]	p=0,616

Таблица 3 / Table 3

Площадь полулунных заслонок клапана аорты, (Me[Q25; Q75])
Area of the semilunar cusps of the aortic valve, (Me[Q25; Q75])

Показатели	Женщины	Мужчины	p-value
Площадь правой полулунной заслонки, см ²	5,54 (5,08; 6,31)	6,31 (5,70; 6,80)	p=0,002
Площадь левой полулунной заслонки, см ²	5,47 (5,01; 6,37)	5,95 (5,55; 6,86)	p=0,014
Площадь задней полулунной заслонки, см ²	5,90 (5,20; 6,29)	6,27 (5,48; 6,69)	p=0,015

левой и правой ($p=0,35$), а также задней и правой ($p=0,45$) полулунных заслонок. Таким образом, размеры левой и задней полулунных заслонок клапана аорты больше соотносятся друг с другом.

При изучении возрастных особенностей строения сердца человека установлено, что с возрастом уменьшается вертикальных размер сердца. Также выявлено, что угол наклона легочного ствола в сагиттальной плоскости также изменяется с возрастом (табл. 4).

При анализе полученных данных выявлены статистически значимые различия площади задней полулунной заслонки у людей 1-го и 2-го периодов зрелого возраста, а также угла наклона легочного ствола в сагиттальной плоскости и вертикального размера сердца у людей 2-го периода зрелого возраста и пожилого возраста. Кроме того, установлены достоверные различия в отношении переднезаднего и вертикального размеров сердца, длины кольца аорты, площади задней полулунной заслонки, угла наклона легочного ствола в сагиттальной плоскости у людей первого периода зрелого возраста и пожилого возраста. В литературных источниках встречается упоминание об увеличении размеров отверстия аорты и полулунных заслонок с возрастом человека [9].

Была установлена статистически значимая умеренная корреляционная связь между возрастом человека и углом наклона легочного ствола в сагиттальной плоскости ($\rho=0,30$) и обратная связь с вертикальным размером сердца ($\rho=-0,33$). Таким образом, выявляется тенденция к уменьшению вертикального размера сердца с увеличением возраста человека, и увеличению угла наклона

легочного ствола в сагиттальной плоскости с возрастом человека.

Для выявления конституциональных особенностей строения сердца и крупных сосудов, были установлены типы телосложения исследуемых: 6,0% – гипостеники, 38,0% – нормостеники и 56,0% – гиперстеники. Проведен анализ полученных морфометрических данных в соответствии с типом телосложения человека. Выявлено, что переднезадний и поперечный размеры сердца у гиперстеников были статистически значимо больше, чем у нормо- и гипостеников, а вертикальный размер сердца – меньше, чем у нормо- и гипостеников. Угол наклона легочного ствола в сагиттальной плоскости у гиперстеников больше, чем у нормо- и гипостеников (табл. 5).

Было исследовано положение точки коаптации заслонок клапанов аорты и легочного ствола, под которой подразумевается место смыкания трех полулунных заслонок клапана. Установлено, что точка коаптации клапана аорты чаще всего располагалась по центру – в 37,2% случаев у женщин и в 21,8% – мужчин, была смещена вправо – в 5,1% случаев у женщин и в 1,2% – у мужчин, смещена влево – в 16,7% наблюдений – у женщин и 17,9% – у мужчин.

При изучении морфометрических особенностей строения сердца в зависимости от положения точки коаптации заслонок клапана аорты установлено, что поперечный размер сердца при положении точки коаптации по центру был меньше 10,15 (9,90; 10,83) см, чем при ее смещении влево 10,90 (10,54; 12,21) см ($p=0,031$). Угол наклона аорты во фронтальной плоскости при положении точки коаптации по центру был больше 123,0 (118,0;

Таблица 4 / Table 4

**Морфометрические характеристика сердца человека в зависимости от возраста,
(Me[Q25; Q75])
Morphometric characteristics of the human heart depending on its age, (Me[Q25; Q75])**

Морфометрические показатели сердца	Возрастные группы				Н-критерий Краскелла–Уоллиса	U-критерий Манна–Уитни
	1-й период зрелого возраста	2-й период зрелого возраста	Пожилой возраст	Старческий возраст		
Переднезадний размер сердца, см	9,58 (8,57; 10,96)	10,92 (10,12; 12,06)	11,17 (9,88; 12,00)	10,59 (9,29; 11,89)	H=4,54 p=0,21	U ₁₋₃ =54,0 p ₁₋₃ =0,04
Поперечный размер сердца, см	11,77 (10,73; 12,40)	11,19 (10,72; 12,85)	11,29 (10,15; 12,66)	11,44 (10,74; 12,13)	H=0,31 p=0,96	–
Вертикальный размер сердца, см	7,11 (6,40; 8,11)	6,52 (6,00; 7,48)	5,96 (5,41; 6,60)	5,46 (5,22; 5,70)	H=11,50 p=0,01	U ₂₋₃ =417,0 p ₂₋₃ =0,02 U ₁₋₃ =47,0 p ₁₋₃ =0,01
Длина кольца аорты, см	9,44 (9,15; 9,90)	10,79 (9,64; 11,63)	10,38 (9,84; 11,20)	11,44 (10,58; 12,30)	H=5,96 p=0,11	U ₁₋₃ =43,0 p ₁₋₃ =0,02
Площадь правой полунной заслонки, см ²	5,66 (5,08; 6,44)	5,91 (5,40; 6,47)	5,93 (5,12; 6,62)	6,48 (6,44; 6,51)	H=2,41 p=0,49	–
Площадь левой полунной заслонки, см ²	5,48 (4,75; 5,77)	5,80 (5,35; 6,54)	5,90 (5,31; 6,62)	5,60 (4,58; 6,62)	H=3,24 p=0,35	–
Площадь задней полунной заслонки, см ²	5,13 (5,04; 5,21)	6,13 (5,35; 6,59)	6,00 (5,56; 6,40)	5,94 (5,59; 6,29)	H=6,25 p=0,10	U ₁₋₂ =69,0 p ₁₋₂ =0,04 U ₁₋₃ =360 p ₁₋₃ =0,02
Угол наклона аорты фронтальный, град.	121,00 (117,00; 127,00)	120,00 (115,50; 124,50)	124,00 (116,00; 127,00)	121,00 (119,00; 123,00)	H=2,30 p=0,51	–
Угол наклона аорты сагитальный, град.	92,00 (85,00; 94,00)	91,00 (85,00; 98,50)	86,00 (81,00; 93,00)	100,50 (85,00; 116,00)	H=3,74 p=0,29	–
Угол наклона легочного ствола во фронтальной плоскости, град.	111,00 (103,00; 116,00)	109,00 (101,00; 117,00)	112,00 (97,00; 116,00)	118,00 (117,00; 119,00)	H=2,29 p=0,51	–
Угол наклона легочного ствола в сагитальной плоскости, град.	110,00 (92,00; 118,00)	119,50 (112,00; 127,00)	125,00 (121,00; 130,00)	105,00 (78,00; 132,00)	H=7,66 p=0,05	U ₂₋₃ =436,0 p ₂₋₃ =0,03 U ₁₋₃ =43,0 p ₁₋₃ =0,01

Таблица 5 / Table 5

**Морфометрические характеристики сердца в зависимости от типа телосложения человека
Morphometric characteristics of the heart depending on a person's body type**

Показатели	Гипостеники	Нормостеники	Гиперстеники	Н-критерий Краскелла–Уоллиса
Переднезадний размер сердца, см	9,80 (8,66; 10,94)	9,88 (9,06; 11,11)	11,13 (10,41; 12,09)	H=6,85 p=0,03
Поперечный размер сердца, см	9,60 (8,44; 10,75)	10,64 (9,37; 11,59)	11,58 (10,79; 12,88)	H=9,23 p=0,01
Вертикальный размер сердца, см	9,34 (8,68; 10,00)	7,12 (6,08; 7,87)	6,17 (5,54; 6,86)	H=9,27 p=0,01
Угол наклона легочного ствола в сагитальной плоскости, град	110,00 (109,00; 112,0)	116,00 (111,00; 120,00)	124,00 (118,00; 130,00)	H=7,27 p=0,03

128,0)°, чем при смещении ее влево 120,0 (116,0; 124,0)° ($p=0,04$).

Заключение

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о половых особенностях строения сердца человека. Установлено, что линейные размеры сердца у мужчин статистически значимо больше, чем у женщин.

Выявленные половые особенности также касаются площади полулунных заслонок клапана аорты, значения которой у мужчин больше, чем у женщин. При этом левая и задняя полулунные заслонки характеризуются большей сопряженностью размеров.

Получены возрастные особенности строения сердца человека. С возрастом вертикальный размер сердца уменьшается, а угол наклона легочного ствола в сагиттальной плоскости увеличивается. Переднезадний размер сердца, длина кольца аорты, площадь задней полулунной заслонки увеличиваются от 1-го периода зрелого возраста к пожилому возрасту.

Выявлены конституциональные особенности строения сердца и крупных сосудов: у гиперстеников угол наклона легочного ствола в сагиттальной плоскости и переднезадний и поперечный размеры сердца больше, чем у нормо- и гипостеников. У гипостеников вертикальный размер сердца больше, чем у нормо- и гиперстеников.

При положении точки коаптации полулунных заслонок по центру отверстия клапана аорты поперечный размер сердца меньше, а угол наклона аорты во фронтальной плоскости больше, чем при смещении этой точки влево.

Полученные морфометрические особенности сердца и начальных отделов аорты и легочного ствола у людей разного пола, возраста и телосложения могут быть полезны в практике кардиохирургов, трансплантологов, а также при экспериментальном моделировании патологии сердца и крупных сосудов.

Список источников / References

1. Журавлева Л. А. Возрастная периодизация как предмет социологического анализа. Наука, образование, культура : Межвузовский сборник научных статей по материалам ежегодных Всероссийских Целищевских чтений. Посвящается памяти Заслуженного работника Высшей школы Российской Федерации, доктора философских наук, профессора Николая Николаевича Целищева, Екатеринбург, 15 февраля 2023 года. Том Выпуск 5. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2023. – С. 65–68.
Zhuravleva L. A. Vozrastnaya periodizatsiya kak predmet sotsiologicheskogo analiza. Nauka, ob-
2. Иванов В.А. Морфометрическая характеристика строения клапанов сердца, аорты и легочного ствола взрослого человека в возрастном и половом аспектах. Однораловские морфологические чтения: Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. Воронеж. 2021;70–4.
Ivanov VA. Morphometric Characteristics of the Structure of the Valves of the Heart, Aorta and Pulmonary Trunk of an Adult in the Age and Sex Aspects Odnoralovskie morfologicheskie chteniya: Materialy Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Voronezh. 2021;70–4 (In Russ.).
3. Комаров Р.Н., Катков А.И., Пузенко Д.В., Одинокова С.Н., Николенко В.Н. Хирургия корня аорты и аортального клапана: история и современность. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2019;23(4):9–25. doi: 10.21688/1681-3472-2019-4-9-25
Komarov RN, Katkov AI, Puzenko DP, Odinokova SN, Nikolenko VN. Aortic root and aortic valve surgery: History and modernity. Circulation Pathology and Cardiac Surgery. 2019 Dec 27;23(4):9–25 (In Russ.). doi: 10.21688/1681-3472-2019-4-9-25
4. Blanke P, Weir-McCall JR, Achenbach S, Delgado V, Hausleiter J, Jilaihawi H, et al. Computed Tomography Imaging in the Context of Transcatheter Aortic Valve Implantation (TAVI)/Transcatheter Aortic Valve Replacement (TAVR). JACC: Cardiovascular Imaging. 2019 Jan;12(1):1–24. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.12.003
5. De Paulis R, Salica A. Surgical anatomy of the aortic valve and root—implications for valve repair. Annals of Cardiothoracic Surgery. 2019 May;8(3):313–21. doi: 10.21037/acs.2019.04.16
6. Fikani A, Craiem D, Mousseaux E, Soulat G, Rouchaud A, Boulogne C, et al. Morphological and dynamic analysis of the normal aortic valve with 4D computed tomography. European journal of cardio-thoracic surgery. 2024 Mar 23;65(4):ezae113. doi: 10.1093/ejcts/ezae113
7. Hribernik I, Thomson J, Ho A, English K, Van Doorn C, Jaber O, et al. Comparative analysis of surgical and percutaneous pulmonary valve implants over a 20-year period. European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. 2021 Aug 18;61(3):572–9. doi: 10.1093/ejcts/ezab368
8. Jelenc M, Jelenc B, Poglajen G, Laki N. Aortic valve leaflet and root dimensions in normal tricuspid aortic valves: A computed tomography study. Journal of Cardiac Surgery. 2022 May 8;37(8):2350–7. doi: 10.1111/jocs.16587
9. Silver MA, Roberts WC. Detailed anatomy of the normally functioning aortic valve in hearts of normal and increased weight. The American Journal of Cardiology. 1985 Feb 1;55(4):454–61. doi: 10.1016/0002-9149(85)90393-5
10. Vollebergh FE, Becker AE. Minor congenital variations of cusp size in tricuspid aortic valves.

Possible link with isolated aortic stenosis. Heart.
1977 Sep 1;39(9):1006–11. doi:

10.1136/hrt.39.9.1006

Информация об авторах

✉ Пасюк Анна Андреевна – канд. мед. наук, доцент кафедры нормальной анатомии Белорусского государственного медицинского университета; пр. Дзержинского, 83, Минск, 220083, Беларусь;

pasiuk@rambler.ru

<https://orcid.org/0009-0003-6049-6714>

SPIN 3489-1364

Трушель Наталия Алексеевна – д-р. мед. наук, профессор, зав. кафедрой нормальной анатомии Белорусского государственного медицинского университета;

trusheln@rambler.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0865-2495>

SPIN 2811-9861

Information about the authors

✉ Anna A. Pasyuk – Cand. Sci. (Med.), associate professor of the Department of normal anatomy of Belarus State Medical University; pr. Dzerzhinskogo, 83, Minsk, 220083, Belarus;

pasiuk@rambler.ru

<https://orcid.org/0009-0003-6049-6714>

SPIN 3489-1364

Nataliya A. Trushel' – Doct. Sci. (Med.), professor, head of the Department of normal anatomy of Belarus State Medical University;

trusheln@rambler.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0865-2495>

SPIN 2811-9861

Статья поступила в редакцию 18.01.2024; одобрена после рецензирования 17.06.2024; принята к публикации 28.06.2024.
Submitted 18.01.2024; Revised 17.06.2024; Accepted 28.06.2024.
