

DOI: <https://doi.org/10.51922/2616-633X.2025.9.2.2618>

ГЕНДЕРНЫЕ РАЗЛИЧИЯ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕРДЦА И АОРТЫ ПО ДАННЫМ ТРАНСТОРАКАЛЬНОЙ ЭХОКАРДИОГРАФИИ

А.А. Пасюк

Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Республика Беларусь
pasiuk@rambler.ru

УДК [611.12+611.132.2]:616-073

Ключевые слова: сердце, аорта, трансторакальная эхокардиография, морфометрия, корреляционные связи, человек.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ. А.А. Пасюк. Гендерные различия морфометрических характеристик сердца и аорты по данным трансторакальной эхокардиографии. *Неотложная кардиология и кардиоваскулярные риски*, 2025, Т. 9, № 2, С. 2618–2623.

Статья посвящена установлению морфометрических особенностей сердца и разных частей аорты у взрослого человека обоего пола, а также выявлению взаимосвязей между полученными показателями. Проведён анализ медицинской документации ЭхоКГ 98 пациентов в возрасте 20–76 лет обоего пола, обратившихся в УЗ РНПЦ «Кардиология» и имеющим минимальные структурно-функциональные отклонения. Изучали морфометрические показатели сердца и аорты. Установлены половые различия относительно диаметра кольца аорты, диаметра аорты на уровне ее клапана, диаметра дуги аорты, массы миокарда левого желудочка, диаметра выходного тракта левого желудочка, переднезаднего размера правого желудочка и размера правого желудочка сердца в четырехкамерной позиции. Выявлены достоверные статистически значимые корреляционные связи между возрастом человека и диаметром восходящей и нисходящей частей аорты; площадью поверхности тела и массой миокарда левого желудочка сердца. Установлены взаимосвязи

между толщиной задней стенки левого желудочка, диаметром аорты уровня клапана аорты, восходящей части и дуги аорты, а также толщиной миокарда межжелудочковой перегородки и размерами правого желудочка. Установлена зависимость между массой миокарда левого желудочка сердца и диаметром выходного тракта левого желудочка. Установлено, что, размеры сердца прямо связаны с площадью поверхности тела, а диаметр аорты в большей степени сопряжён с возрастом человека. Масса миокарда левого желудочка прямо связана с диаметром выносящего тракта левого желудочка и аорты. Сила выявленных корреляций между морфометрическими показателями сердца и начальными отделами аорты у мужчин в целом выше, чем у женщин. Таким образом полученные результаты дополняют имеющиеся научные данные о морфометрических характеристиках сердца и аорты и их корреляционных взаимосвязях у взрослых людей обоего пола, и могут использоваться врачам клинических специальностей в практической деятельности.

GENDER DIFFERENCES IN MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF THE HEART AND AORTA ACCORDING TO TRANSTHORACIC ECHOCARDIOGRAPHY DATA

H.A. Pasiuk

Belarusian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus

Key words: heart, aorta, transthoracic echocardiography, morphometry, correlation analysis, human.

FOR REFERENCES. H.A. Pasiuk. Gender differences in morphometric characteristics of the heart and aorta according to transthoracic echocardiography data. *Neotlozhnaya kardiologiya i kardiovaskulyarnye riski* [Emergency cardiology and cardiovascular risks], 2025, vol. 9, no. 2, pp. 2618–2623.

This study is devoted to identifying the morphometric characteristics of the heart and various parts of the aorta in adult males and females, as well as assessing correlations between the obtained parameters. The analysis was conducted using echocardiographic medical records from 98 patients (aged 20–76 years, both sexes) who presented to the Republican Scientific and Practical Center "Cardiology" and exhibited minimal structural and functional abnormalities. The investigation focused on morphometric indices of the heart and the aorta. Sex-based differences were identified in aortic valve annulus diameter, aortic diameter at the valve level, aortic arch diameter, left ventricular myocardial mass, left ventricular outflow tract diameter, anteroposterior dimension of the right ventricle, and right ventricular size in the four-chamber view. Statistically significant correlations were found between patient age and diameters of both the ascending and descending aorta, as well as between body surface area and left ventricular myocardial mass. Additional associations were observed

between the thickness of the posterior wall of the left ventricle and aortic diameters at the valve level, the ascending aorta, and the aortic arch. The thickness of the interventricular septum was also correlated with right ventricular dimensions. A direct relationship was established between the left ventricular myocardial mass and the diameter of the left ventricular outflow tract. It was found that the heart size is directly proportional to the body surface area, while the aortic diameter is more strongly associated with age. The left ventricular myocardial mass positively correlates with both the diameter of the outflow tract and the aorta. Overall, the strength of the correlations between cardiac morphometric parameters and proximal aortic dimensions was greater in men than in women. The results contribute to existing scientific knowledge about morphometric features of the heart and the aorta and their interrelations in adult individuals of both sexes, and can be applied by clinical specialists in routine medical practice.

Актуальность. Постоянный интерес ученых, направленный на изучение особенностей строения сердечно-сосудистой системы, объясняется тем, что кардиоваскулярная патология является ведущей причиной смертности населения не только в Республике Беларусь, но и во всем мире [1, 2]. Поэтому установление особенностей строения сердца, аорты и легочного ствола у людей обоего пола может быть полезным для выявления факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). Долгое время считалось, что ССЗ чаще страдают мужчины, чем женщины. По данным некоторых исследователей [2, 3] в Европе в странах со средним уровнем дохода смертность женщин от ССЗ составила 43% случаев, а мужчин – 39%. Это исследование потребовало нового взгляда на изучение факторов риска, способствующих развитию ССЗ у женщин и мужчин. Выявление особенностей строения сердца и крупных сосудов, отходящих от сердца, позволит установить морфологические предпосылки развития сердечно-сосудистой патологии и даст возможность разработать профилактические мероприятия по ее предупреждению у людей обоего пола.

В последние годы активно развиваются новые направления в кардиохирургии: разрабатываются миниинвазивные доступы, используется робототехника, создаются различные модификации механических клапанов сердца, в том числе биологические. В настоящее делается упор на реконструктивную хирургию не только митрального и триkuspidального клапанов, но и клапана аорты [4]. Поэтому установление морфометрических особенностей сердца и его крупных сосудов, отходящих от него, позволит уточнить и детализировать их показатели в зависимости от пола пациента, что свидетельствует об актуальности выбранного исследования [5, 6].

Изучить особенности строения сердца и сосудов, отходящих от него, в настоящее

время можно с помощью трансторакальной эхокардиографии (ЭхоКГ), которая является доступным, неинвазивным методом диагностики не только структурных, но и функциональных изменений сердца, аорты и легочного ствола у живого человека [7, 8].

Цель исследования: установить морфометрические особенности сердца и разных частей аорты у взрослого человека обоего пола и выявить корреляционные взаимосвязи между полученными показателями для выявления морфологических предпосылок развития кардиоваскулярной патологии.

Материал и методы. Для достижения поставленной цели был проведен ретроспективный анализ медицинской документации ЭхоКГ 98 пациентов: 46 мужчин в возрасте 51,0 [46,0; 60,0] и 52 женщины в возрасте 63,5 [47,5; 69,0], обратившихся в УЗ РНПЦ «Кардиология». Все ультразвуковые исследования сердца в УЗ РНПЦ «Кардиология» выполнялись на приборах высокого и экспериментального класса компаний PHILIPS (iE 33) и GENERAL ELECTRIC (Vivid 7, Vivid 9). В выборку были включены пациенты с минимальными структурно-функциональными отклонениями. Исключались стеноз и недостаточность клапанов аорты и легочного ствола, врожденные пороки сердца, кардиомиопатии. Анализировали следующие показатели: диаметр фиброзного кольца аорты, диаметр аорты на уровне клапана аорты (КА), диаметр дуги аорты, диаметр восходящей части аорты, диаметр нисходящей части аорты, толщина задней стенки левого желудочка (ЛЖ) в систолу и в диастолу, толщина миокарда межжелудочковой перегородки, масса миокарда ЛЖ, диаметр выходного отдела ЛЖ (преддверия аорты), переднезадний размер правого желудочка (ПЖ), размер ПЖ в 4 камерной позиции [9]. Рассчитывалась площадь поверхности тела человека на основании роста и веса пациента.

Статистический анализ полученных данных проводился с помощью программ Excel 2010 и STATISTICA 10 с использованием непараметрических методов описательной статистики. Для проверки данных на соответствие закону нормального распределения использовался критерий согласия Шапиро-Уилки. Для компактного описания данных применялась описательная статистика – представление результатов с помощью различных агрегированных показателей: медианы (Me), интерквартильный размах (25-й; 75-й% процентили), максимального (Max) и минимального (Min), объёма выборки (n). При оценке достоверности различия совокупностей количественных признаков независимых выборок использовались тесты Манна-Уитни (U) для независимых выборок. Корреляционные взаимосвязи между признаками вычисляли с использованием метода ранговой корреляции Спирмена (ρ). Уровень значимости устанавливали $p \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение

В результате исследования установлены половые особенности строения сердца взрослых людей. Так, масса миокарда левого же-

лудочка сердца, индекс массы ЛЖ и диаметр выходного тракта ЛЖ у мужчин больше, чем у женщин (таблица 1).

При анализе полученных данных не были выявлены достоверные половые различия в толщине миокарда задней стенки левого желудочка. Размеры правого желудочка сердца у мужчин достоверно больше, чем у женщин.

При исследовании диаметра кольца клапана аорты и диаметра аорты на уровне КА, а также дуги аорты у мужчин эти показатели были больше, чем у женщин (таблица 2). Достоверной половой разницы по диаметру, восходящей и нисходящей частей аорты не установлено.

Для установления взаимосвязи между полученными морфометрическими показателями сердца и аорты у взрослых людей обеого пола проведён корреляционный анализ методом ранговой корреляции Спирмена. Установлена прямая средняя статистически значимая корреляционная связь между возрастом человека и диаметром восходящей части аорты ($\rho = 0,54$), а также диаметром нисходящей части аорты ($\rho = 0,64$). У мужчин выявлена прямая умеренная статистически значимая корреляционная связь между возрастом человека и диаметром аорты

Таблица 1.
Морфометрические показатели сердец взрослых людей обоего пола

Table 1.
Morphometric parameters of the hearts of adults of both sexes

Показатели / Parameters	Женщины / Females	Мужчины / Males	Различия / Differences
Толщина задней стенки ЛЖ в диастолу, мм / Thickness of LV posterior wall in diastole, mm	9,50 [8,50; 11,00]	10,00 [9,00; 12,00]	–
Толщина задней стенки ЛЖ в систолу, мм / Thickness of LV posterior wall in systole, mm	14,00 [12,50; 16,00]	15,50 [13,00; 18,00]	–
Масса миокарда ЛЖ, г / LV myocardial mass, g	160,00 [132,00; 178,00]	209,00 [171,00; 255,00]	$Z = -3,58; p = 0,000$
Индекс массы ЛЖ, г/кв.м / LV mass index, g/sq.m	87,77 [70,18; 95,15]	99,28 [85,32; 118,80]	$Z = -2,38; p = 0,02$
Диаметр выходного тракта ЛЖ, мм / Diameter of the LV outflow tract, mm	22,00 [21,00; 23,00]	24,00 [22,00; 25,00]	$Z = -3,45; p = 0,000$
Переднезадний размер ПЖ, мм / RV anteroposterior size, mm	24,00 [22,00; 25,00]	26,00 [25,00; 30,00]	$Z = -2,97; p = 0,002$
Размер ПЖ в 4-х камерной позиции, мм / RV size in the 4-chamber position, mm	49,50 [47,00; 52,50]	56,75 [53,00; 61,50]	$Z = -4,23; p = 0,000$

Таблица 2.
Морфометрические показатели разных частей аорты взрослых людей обоего пола

Table 2.
Morphometric parameters of different parts of the aorta in adults of both sexes

Показатели / Parameters	Женщины / Females	Мужчины / Males	Различия / Differences
Диаметр кольца клапана аорты, мм / Aortic valve annulus diameter, mm	21,00 [21,00; 22,00]	23,00 [22,00; 25,00]	$Z = -2,49; p = 0,01$
Диаметр аорты на уровне КА (луковица аорты), мм / Diameter of the aorta at the AoR (aortic bulb) level, mm	32,00 [29,00; 34,00]	37,00 [33,00; 40,00]	$Z = -3,38; p = 0,000$
Диаметр дуги, мм / Arch diameter, mm	27,50 [25,50; 30,00]	30,00 [28,00; 32,00]	$Z = -2,00; p = 0,05$
Диаметр восходящей аорты, мм / Ascending aortic diameter, mm	33,00 [29,00; 36,00]	34,00 [32,00; 38,00]	–
Диаметр нисходящей аорты, мм / Descending aortic diameter, mm	23,00 [22,00; 24,00]	22,00 [20,00; 26,00]	–

на уровне КА ($\rho = 0,46$). Достоверной связи между возрастом человека с другими изученными показателями не установлено.

Кроме того, была установлена прямая сильная статистически значимая корреляционная связь между площадью поверхности тела человека и массой миокарда ЛЖ ($\rho = 0,73$), и прямая средняя статистически значимая корреляционная связь между площадью поверхности тела человека и толщиной стенки ЛЖ ($\rho = 0,60$ в диастолу, $\rho = 0,64$ в систолу). Выявлена также прямая умеренная статистически значимая корреляционная связь между площадью поверхности тела человека и диаметром аорты в разных ее частях ($\rho = 0,40$ для восходящей аорты; $\rho = 0,47$ – на уровне КА и дуги аорты), толщиной миокарда межжелудочковой перегородки ($\rho = 0,44$) и размерами ПЖ ($\rho = 0,40$).

Таким образом, размеры ЛЖ в большей степени зависят от площади поверхности тела человека, чем размеры ПЖ. Однако диаметр аорты на уровне КА, восходящей части аорты и дуги аорты в меньшей степени зависит от площади поверхности тела человека.

Выявлена прямая средняя статистически значимая корреляционная связь между массой миокарда ЛЖ и диаметром выходного тракта ЛЖ (преддверия аорты), диаметром аорты в разных ее частях, кроме нисходящей части, и размерами ПЖ (таблица 3).

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать следующее заключение: чем больше масса миокарда ЛЖ у взрослого человека, тем больше диаметр выносящего тракта ЛЖ и аорты.

Связь между массой миокарда ЛЖ и диаметром выходного тракта ЛЖ, а также диаметром аорты на уровне КА, восходящей части аорты и дуги аорты в меньшей степени зависит от площади поверхности тела человека, чем размеры ПЖ и аорты. Чем больше масса миокарда ЛЖ,

тром аорты в разных частях (кроме нисходящей части) и размерами ПЖ у мужчин больше, чем у женщин.

Не зависимо от пола человека установлена прямая сильная корреляционная связь между диаметром выходного тракта ЛЖ и диаметром кольца КА ($\rho = 0,72$), а также диаметром аорты на уровне КА ($\rho = 0,72$). Связь средней силы установлена между диаметром выходного тракта ЛЖ и диаметром дуги аорты ($\rho = 0,57$), а также умеренная – между диаметром выходного тракта ЛЖ и диаметром восходящей части аорты ($\rho = 0,46$). Не выявлена связь между диаметром выходного тракта ЛЖ взрослого человека и диаметром нисходящей части аорты. Следовательно, чем больше масса миокарда ЛЖ, тем больше диаметр выходного тракта ЛЖ, и тем больше диаметр кольца КА и дуги аорты. При этом у мужчин сила связи между вышеперечисленными параметрами больше, чем у женщин на 0,27–0,04 единицы.

В результате исследования установлены достоверные половые различия по диаметру кольца КА, диаметру аорты на уровне кла-пана аорты, диаметру дуги аорты, массе миокарда ЛЖ, диаметру выходного тракта ЛЖ, переднезаднему размеру ПЖ, размеру ПЖ в 4-х камерной позиции ($p \leq 0,05$): у мужчин они больше, чем у женщин. Отсутствуют половые различия относительно: толщины миокарда ЛЖ и межжелудочковой перегородки, а также диаметра восходящей и нисходящей частей аорты.

Размеры ЛЖ сердца взрослого человека в большей степени зависят от площади поверхности тела человека, чем размеры ПЖ и аорты. Чем больше масса миокарда ЛЖ,

Таблица 3.
Корреляционная
связь между массой
миокарда ЛЖ
с другими показателями
у людей обоего пола

Table 3.
Correlation between LV
myocardial mass
and other parameters
in people of both sexes

Показатели / Parameters	Масса миокарда ЛЖ / LV myocardial mass		
	В целом по выборке / Overall selection	Женщины / Females	Мужчины / Males
Диаметр кольца КА, мм / AoR annulus diameter, mm	0,63	0,23	0,62
Диаметр аорты на уровне КА, мм / Aortic diameter at the AoR level, mm	0,51	0,23	0,40
Диаметр дуги аорты, мм / Aortic arch diameter, mm	0,60	0,51	0,60
Диаметр восходящей части аорты, мм / Ascending aortic diameter, mm	0,52	0,52	0,59
Диаметр нисходящей части аорты, мм / Descending aortic diameter, mm	0,31	0,00	0,35
Диаметр выходного тракта ЛЖ, мм / LV outflow tract diameter, mm	0,64	0,46	0,58
Переднезадний размер ПЖ, мм / RV anteroposterior size, mm	0,52	0,47	0,23
Размер ПЖ в 4-х камерной позиции, мм / RV size in 4-chamber position, mm	0,66	0,38	0,61

Выделенные корреляции значимы на уровне $p < 0,05$.

тем больше диаметр выносящего тракта ЛЖ и аорты (на уровне кольца основания, дуги и восходящей части аорты). Диаметр выносящего тракта ЛЖ связан с диаметром кольца клапана аорты, дуги и восходящей части аорты и отсутствует связь с диаметром нисходящей части аорты.

Обсуждение. Полученные данные относительно половых отличий массы миокарда ЛЖ, диаметра выходного тракта ЛЖ, переднезаднего размера ПЖ, размера ПЖ в 4-х камерной позиции дополняют данные Баландиной И.А. (2020) [10] и уточняют её данные относительно половых отличий диаметра аорты в разных отделах. Сведения о корреляционных взаимосвязях и половых отличиях в строении сердца и начальных отделах аорты и легочного ствола разнятся [10–13]. Установлено, что в большей степени размеры сердца человека связаны с площадью поверхности тела, чем с его возрастом, что может быть следствием ремоделирования сердца при увеличении площади поверхности тела [14]. Прямая связь с возрастом человека выявлена в отношении диаметра восходящей и нисходящей частей аорты, что соответствует

данным литературы [12, 13]. Диаметр аорты на уровне КА, восходящей части и дуги аорты слабее зависит от площади поверхности тела человека. Сила выявленных корреляционных связей между параметрами сердца и начальных отделов аорты у мужчин, в целом, выше, чем у женщин.

Заключение

Полученные результаты дополняют имеющиеся научные сведения о морфометрических характеристиках сердца и аорты и их корреляционных взаимосвязях у взрослых людей обоего пола, и могут учитываться в клинической практике.

Исследование выполнено без привлечения спонсорской помощи.

Конфликт интересов. Работа выполнена в рамках плана НИР кафедры нормальной анатомии «Варианты строения органов, сосудов и нервов человека в пре- и постнатальном онтогенезе; морфологические предпосылки развития сосудистой патологии», № госрегистрации 20210703 от 14.04.2021 г.

REFERENCES

1. *Cardiovascular diseases*: Official website of WHO. URL: https://www.who.int/ru/health-topics/cardiovascular-diseases#tab=tab_1 (date of access 05.02.25.) (in Russian).
2. Timmis A., Townsend N., Gale C.P. et al. European Society of Cardiology: cardiovascular disease statistics 2019. *European Heart Journal*, 2020, vol. 41(1), pp. 12–85. doi: 10.1093/eurheartj/ehz859.
3. Badin Yu.V., Egorova I.S., Sherbinina E.V., Fomin I.V. Gender differences in prevalence of cardiovascular disease (cohort study of representative sample nizhny novgorod region 1998–2002). *Problemy zhenskogo zdorovya [Women's health problems]*, 2006, vol. 1(1), pp. 37–41. (in Russian).
4. Bockeria L.A. Modern trends in the development of cardiovascular surgery. *Annals Khirurgii [Annals of Surgery]*, 2016, vol. 21(1–2), pp. 10–18. doi: 10.18821/1560-9502-2016-21-1-10-18. (in Russian).
5. Ivanov V.A. Morphometric features of the structure of the heart valves, aorta and pulmonary trunk in practically healthy men of mature and old age. *Actual issues of anatomy: materials of the international scientific and practical conf. dedicated to the 125th anniversary of the birthday of prof. V.I. Oshkaderov*, Vitebsk, February 27, 2020; ed by A.K. Vitebsk, 2020. pp. 51–54. (in Russian).
6. Wooten S.V., Moestl S., Chilbeck P. et al. Age-and sex-differences in cardiac characteristics determined by echocardiography in masters athletes. *Frontiers in physiology*, 2021, vol. 11, pp. 630148. doi: 10.3389/fphys.2020.630148.
7. Hryncuk I., Bulgak A., Uss N. Modern possibilities of transthoracic echocardiography in the assessment of left ventricular systolic function. *Cardiology in Belarus*, 2022, vol. 14(1), pp. 67–79. doi: 10.34883/Pl.2022.14.1.007. (in Russian).
8. Pellicori P., Platz E., Dauw J. et al. Ultrasound imaging of congestion in heart failure: examinations beyond the heart. *European journal of heart failure*, 2021, vol. 23(5), pp. 703–712. doi: 10.1002/ejhf.2032.
9. Zherko O.M., Kushnerov A.I., Guminsky A.M., et al. *Methodology for conducting complex echocardiography in adult patients: training and methodological manual*. Minsk BelMAPO, 2013, 66 p. (in Russian).
10. Balandina I.A., Martirosyan L.P. Diameter of the aorta and pulmonary trunk in men and women of the mesomorphic body type with normal body mass index according to echocardiography. *Medical science and education of Ural*, 2020, vol. 21, no. 2(102), pp. 47–50. doi: 10.36361/1814-8999-2020-21-2-47-50. (in Russian).
11. Chelnokova N.O., Ostrovsky N.V., Anisimova E.A., Murylev V.V. Proportionality of total body sizes, organometric parameters of the heart and aorta in adult men. *Saratov journal of medical scientific research*, 2013, vol. 9(2), pp. 220–224. (in Russian).
12. Pearson A.C., Guo R., Orsinelli D.A. et al. Transesophageal echocardiographic assessment of the effects of age, gender, and hypertension on thoracic aortic wall size, thickness, and stiffness. *American heart journal*, 1994, vol. 128(2), pp. 344–351. 51. doi: 10.1016/0002-8703(94)90488-x.
13. Ayoub C., Kumar G., Smith C.Y. et al. Reference values for mid-ascending aorta diameters by transthoracic echocardiography in adults. *American Journal of Cardiology*, 2018, vol. 122(6), pp. 1068–1073. doi: 10.1016/j.amjcard.2018.06.006.
14. Chinali M., de Simone G., Roman M.J. et al. Impact of obesity on cardiac geometry and function in a population of adolescents: the Strong Heart Study. *Journal of the American College of Cardiology*, 2006, vol. 47(11), pp. 2267–2273. doi: 10.1016/j.jacc.2006.03.004.

Поступила 14.07.2025