

Заточная В.В., Минкевич М.С., Миксюк А.Ю.

ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АНАТОМИЧЕСКОЙ КОНФИГУРАЦИИ ДУГИ АОРТЫ У ЛИЦ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА: АНАЛИЗ НА ОСНОВЕ КТ-АНГИОГРАФИИ

Научный руководитель: д.м.н., профессор Кабак С.Л.

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Аннотация. Анатомическая изменчивость дуги аорты представляет собой значимый фактор риска при выполнении эндоваскулярных и открытых вмешательств на грудной аорте. Особое внимание заслуживают половые различия, влияющие на выбор тактики и размеров имплантов, для чего ретроспективно были проанализированы архивные КТА-сканы 64 пациентов (32 мужчины и 32 женщины, средний возраст $69,3 \pm 6,8$ лет), выполненные в РНПЦ «Кардиология» в 2024–2025 гг. Измерения проводились в программе Syngo.via (Siemens) на сагиттальных и аксиальных реконструкциях. Оценивались: диаметры в 5 точках (D_0 – D_4), длина сегментов (L_1 – L_4), ширина дуги (W) и угол изгиба (α), определяемый как угол между линией D_0 – D_4 и касательной к вершине дуги. Статистическая обработка — U-критерий Манна-Уитни, уровень значимости $p < 0,05$. У мужчин диаметры аорты во всех точках были больше: D_0 — $3,58 [3,42–3,89]$ см против $3,31 [3,02–3,58]$ см у женщин ($p=0,001$). Сегмент L_2 (между устьями плечевого ствола и левой общей сонной артерии) у женщин короче на 14% ($1,12 [0,95–1,38]$ см vs $1,30 [1,15–1,55]$ см, $p=0,012$). Угол изгиба α составил у женщин $132,5^\circ [120,0–146,0^\circ]$, что достоверно больше, чем у мужчин — $125,0^\circ [115,0–137,5^\circ]$ ($p=0,008$). Ширина дуги не различалась между группами ($p=0,21$). Выявлен выраженный половой диморфизм в размерах и форме дуги аорты: у мужчин более крупный калибр, у женщин — более выраженный изгиб. Эти особенности необходимо учитывать при планировании эндоваскулярных процедур для минимизации рисков и оптимизации подбора устройств.

Ключевые слова: дуга аорты, половой диморфизм, компьютерная томография, ангиография, хирургическое планирование, геронтология.

Введение. Дуга аорты — ключевой сегмент аортального ствола, обеспечивающий кровоснабжение головы, шеи и верхних конечностей. Ее анатомическая сложность, обусловленная наличием трех крупных ветвей и выраженной пространственной кривизной, делает ее «зоной повышенного риска» при выполнении современных малоинвазивных вмешательств [1]. С развитием технологий эндоваскулярной хирургии — стентирования, протезирования, реконструкции — точное знание индивидуальной анатомии становится не просто желательным, а обязательным условием успеха операции [2]. Ошибки в оценке диаметра, длины или угла изгиба могут привести к миграции стента, недостаточной окклюзии, тромбозу или повреждению стенки сосуда [3]. Несмотря на большое количество исследований, посвященных морфометрии аорты, региональные данные для белорусской популяции, особенно с акцентом на половую принадлежность и возрастные группы, остаются недостаточно представленными. Это особенно важно для пациентов старше 60 лет, у которых возрастные изменения эластичности и кальцификации стенки могут влиять на геометрию сосуда [4].

Цель исследования. Проведение детального сравнительного анализа линейных и угловых параметров дуги аорты у мужчин и женщин пожилого возраста с использованием высокоразрешающей КТ-ангиографии.

Материал и методы. В исследование включены 64 пациента (32 мужчины и 32 женщины) в возрасте от 61 до 84 лет (средний возраст $69,3 \pm 6,8$ лет), прошедшие КТ-ангиографию грудной аорты в РНПЦ «Кардиология» в 2024–2025 гг. по поводу подозрения на атеросклеротическое поражение аорты или перед плановым вмешательством.

Измерения выполнены в программном комплексе Syngo.via (Siemens Healthineers) на DICOM-данных. Все параметры оценивались вручную двумя независимыми исследователями, расхождения устранялись путем консенсуса.

Методика измерений:

1. Диаметры (D_0 – D_4):

Измерялись перпендикулярно оси сосуда в пяти точках:

- D_0 — на уровне бифуркации легочного ствола (начало дуги),
- D_1 — сразу дистальнее устья плечеголового ствола,
- D_2 — сразу дистальнее устья левой общей сонной артерии,
- D_3 — сразу дистальнее устья левой подключичной артерии,
- D_4 — на уровне межпозвонкового диска Th4–Th5 (конец дуги).

2. Длина сегментов (L_1 – L_4) рассчитывалась как расстояние между центрами последовательных сечений:

- L_1 — от D_0 до D_1 ,
- L_2 — от D_1 до D_2 ,
- L_3 — от D_2 до D_3 ,
- L_4 — от D_3 до D_4 .
- Общая длина $L = L_1 + L_2 + L_3 + L_4$.

3. Ширина дуги (W) – расстояние по прямой между центрами сечений D_0 и D_4 в сагиттальной плоскости.

4. Угол изгиба дуги аорты (α) определялся в сагиттальной проекции как угол между:

- Базовой линией — соединяющей центры D_0 и D_4 ,
- Касательной линией — проведенной к наивысшей точке дуги (между D_2 и D_3)

Угол измерялся в градусах инструментом «Угол» в программе Syngo.via.

Статистический анализ выполнен в IBM SPSS Statistics 27. Нормальность распределения проверялась критерием Шапиро-Уилка. Ввиду отсутствия нормального распределения данные представлены как медиана и интерквартильный размах (Me [25–75%]). Для сравнения групп использовался U-критерий Манна-Уитни. Уровень статистической значимости принят $p < 0,05$.

Результаты исследования. В ходе исследования было выявлено, что, значение диаметра дуги аорты постепенно уменьшается в направлении от проксимального к дистальному ее отделу и статистически достоверно больше у мужчин (табл. 1).

Таблица 1. Сравнение диаметров дуги аорты у мужчин и женщин (D , см)

параметр	Мужчины (n=32)	Женщины (n=32)	p-уровень
D_0	3,58 [3,42–3,89]	3,31 [3,02–3,58]	0,001
D_1	3,22 [3,08–3,48]	2,98 [2,78–3,21]	0,003
D_2	3,01 [2,85–3,25]	2,79 [2,58–2,97]	0,004
D_3	2,89 [2,62–3,01]	2,67 [2,48–2,85]	0,006
D_4	2,75 [2,51–2,98]	2,59 [2,39–2,81]	0,009

Относительно длин сегментов дуги аорты была выявлена следующая закономерность: статистически значимых гендерных различий выявлено не было, за исключением сегмента L_2 между дистальными точками отхождения плечеголового ствола и левой общей сонной артерии, который у женщин статистически достоверно был короче (табл. 2).

Таблица 2. Сравнение длин сегментов дуги аорты у мужчин и женщин (L, см)

параметр	Мужчины (n=32)	Женщины (n=32)	p
L ₁	3,25 [2,85–3,75]	3,10 [2,75–3,90]	0,42
L ₂	1,30 [1,15–1,55]	1,12 [0,95–1,38]	0,012
L ₃	1,70 [1,50–2,10]	1,80 [1,45–2,30]	0,18
L ₄	3,30 [2,55–4,30]	3,25 [2,95–4,40]	0,33
L общая	10,05 [8,40–11,10]	9,98 [8,70–10,80]	0,29

Статистически значимых гендерных различий значений ширины дуги аорты не выявлено, тогда как угол изгиба дуги аорты статистически достоверно больше у женщин (табл. 3).

Таблица 3. Сравнение ширины (W, см) и угла изгиба дуги аорты (α , °)

параметр	Мужчины (n=32)	Женщины (n=32)	p
W, см	7,05 [6,10–7,55]	6,98 [5,20–8,50]	0,21
α , °	125,0 [115,0–137,5]	132,5 [120,0–146,0]	0,008

Полученные результаты подтверждают наличие выраженного полового диморфизма в анатомии дуги аорты у пациентов старшего возраста. Как и в ряде зарубежных исследований, у мужчин выявлены статистически значимо большие диаметры во всех контрольных точках. Это, вероятно, связано с общими соматическими различиями: мужчины имеют больший рост, массу тела и объем циркулирующей крови, что требует более крупного сосудистого русла.

Наиболее клинически значимым является сокращение сегмента L₂ у женщин. Это расстояние между устьями плечеголового ствола и левой общей сонной артерии критически важно при стентировании или катетеризации. Его укорочение повышает риск «перекрытия» устья одного сосуда при вмешательстве на другом, что требует особой осторожности и точного планирования.

Главным новым результатом нашего исследования стало подтверждение различий в угле изгиба дуги аорты. У женщин он в среднем на 7,5° больше, чем у мужчин. Это означает, что дуга у женщин более «выпуклая» и «острая». С клинической точки зрения, это создает дополнительные трудности при проведении жестких катетеров или длинных стент-графтов: более острый угол увеличивает риск травмы интимы, диссекции или неполного раскрытия импланта.

Отсутствие различий в ширине дуги говорит о том, что половые различия проявляются не в «размахе» дуги, а в ее «форме» и «калибре». Это подчеркивает необходимость комплексной оценки не только диаметров, но и пространственной геометрии.

Заключение. У пациентов старшего возраста выявлены статистически значимые половые различия в морфометрии дуги аорты: мужчины имеют больший диаметр просвета, женщины — более выраженный угол изгиба и укороченный сегмент между устьями плечеголового ствола и левой общей сонной артерии.

Угол изгиба дуги аорты — важный, но часто недооцениваемый параметр, который должен в обязательном порядке включаться в предоперационный протокол при планировании эндоваскулярных вмешательств.

Таким образом, предоперационная морфометрическая оценка дуги аорты с акцентом на половые различия, включая оценку угла изгиба, является необходимым этапом подготовки к любому вмешательству в данной области. Использование КТ-ангиографии с трехмерной реконструкцией позволяет получить точные, индивидуализированные данные, необходимые для безопасного и эффективного выполнения операций на дуге аорты.

Список литературы:

1. Endovascular repair of the aortic arch: state of the art / J. A. Brown, G. J. Arnaoutakis, W. Y. Szeto [et al.] // Journal of Cardiac Surgery. – 2021. – Vol. 36, №. 11. – P. 4292–4300.
2. Gender disparities in fenestrated and branched endovascular aortic repair / H. C. Rieß, E. S. Debus, T. Schwaneberg [et al.] // European Journal of Cardiothoracic Surgery. – 2019. – Vol. 55, № 2. – С. 338–344.

3. Society for Vascular Surgery (SVS) and Society of Thoracic Surgeons (STS) reporting standards for type B aortic dissections / J. V. Lombardi, G. C. Hughes, J. J. Appoo [et al.] // *The Annals of thoracic surgery*. – 2020. – Vol. 109, № 3. – P. 959–981.

4. Age-related changes in aortic arch geometry: relationship with proximal aortic function and left ventricular mass and remodeling / A. Redheuil, W. C. Yu, E. Mousseaux [et al.] // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2011. – Vol. 58, № 12. – P. 1262–1270.