

М.С. Минкевич, А.Ю. Миксюк
АНАЛИЗ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДУГИ АОРТЫ
ПО ДАННЫМ КТ-АНГИОГРАФИИ

Научные руководители: д-р мед. наук, проф. С.Л. Кабак,
канд. мед. наук, доц. В.В. Заточная

Кафедра морфологии человека
Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

M.S. Minkevich, A.Y. Miksuk
ANALYSIS OF MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF THE AORTIC
ARCH BASED ON CT ANGIOGRAPHY DATA

Tutors: professor S.L. Kabak, associate professor V.V. Zatochnaya

Department of Human Morphology
Belarusian State Medical University, Minsk

Резюме. Анатомическое строение дуги аорты отличается значительными индивидуальными различиями, что подчеркивает важность анализа её топографии, линейных и угловых характеристик в сосудистой хирургии. Эти параметры особенно важны при планировании операций на магистральных артериях шеи и протезировании дуги аорты. В рамках исследования был проведен ретроспективный анализ данных КТ-ангиографии 47 пациентов, который выявил выраженную вариативность морфометрических показателей, связанную с половой принадлежностью. Полученные данные подтверждают, что точная оценка анатомических особенностей дуги аорты перед хирургическим вмешательством необходима для оптимизации тактики операций в области грудной клетки и шеи, а также минимизации риска ятрогенных осложнений во время процедур. Таким образом, предоперационное исследование структурных параметров дуги аорты становится ключевым этапом в обеспечении безопасности и эффективности лечения.

Ключевые слова: анатомия, дуга аорты, компьютерная томографическая ангиография, морфометрические показатели дуги аорты.

Resume. The anatomical structure of the aortic arch exhibits significant individual variability, underscoring the importance of analyzing its topography, linear, and angular characteristics in vascular surgery. These parameters are particularly critical when planning interventions on the major neck arteries or performing aortic arch prosthetics. As part of the study, a retrospective analysis of CT angiography data from 47 patients was conducted, revealing pronounced variability in morphometric indicators linked to the patient's sex. The findings confirm that precise assessment of the aortic arch's anatomical features prior to surgery is essential for optimizing surgical strategies in the thoracic and cervical regions, as well as minimizing the risk of iatrogenic complications during procedures. Thus, preoperative evaluation of the aortic arch's structural parameters becomes a crucial step in ensuring the safety and efficacy of treatment.

Keywords: anatomy, aortic arch, computed tomographic angiography, morphometric parameters of the aortic arch.

Актуальность. Дуга аорты представляет собой продолжение восходящей части аорты, начинается на уровне прикрепления хряща II ребра к левому краю грудины. Высшая точка дуги аорты проецируется на центр рукоятки грудины. Место перехода дуги аорты в нисходящий отдел проецируется слева на уровне IV грудного позвонка. От дуги аорты берут начало три крупные ветви: плечеголовной ствол, левая общая сонная артерия и подключичная артерии. Строение этой анатомической структуры демонстрирует выраженные индивидуальные различия [1].

В настоящее время общепризнанно, что морфологическая характеристика и детальный анализ дуги аорты позволяет усовершенствовать знания о параметрах дуги аорты, которые необходимы врачу в клинической практике для эндоваскулярного лечения дуги аорты, магистральных артерий шеи [2].

Цель: по данным компьютерной томографической ангиографии проанализировать индивидуальные морфометрические характеристики дуги аорты.

Задачи:

1. Оценить линейные и угловые морфометрические характеристики дуги аорты.
2. Установить корреляционные связи между морфометрическими параметрами дуги аорты и полом пациентов.

Материалы и методы. В ходе работы изучены ретроспективные данные КТ-ангиографии 47 пациентов (29 мужчин и 18 женщин, средний возраст $66,42 \pm 8,44$ лет), обратившихся за кардиологической помощью в ГУ «Республиканский научно-практический центр «Кардиология» в 2024-2025 году. С использованием программного обеспечения Syngo fastView, Siemens для визуализации КТА (файлов DICOM) были определены следующие показатели: диаметр дуги аорты в проксимальном отделе, в точке отхождения плечеголового ствола, в точке отхождения левой общей сонной и левой подключичной артерий, в дистальном отделе (рис. 1, 2), угол дуги аорты в различных отделах (рис. 3), длина (рис. 4) и ширина дуги аорты (рис. 5), уровень краниальной точки дуги аорты [2]. Для того, чтобы проанализировать выбранные параметры были изучены КТА-сканы. В связи с тем, что анализ КТА проводился без записи ЭКГ, в целях нормализации протокола, для определения проксимальной исходной точки был выбран фиксированный анатомический ориентир на уровне бифуркации легочного ствола [3].

Далее были выставлены точки в месте отхождения сосудов от дуги аорты, а также точка в дистальном отделе дуги аорты. В последующем, ориентируясь, данные точки выстраивались линий, которое служили ориентиром в измерении выбранных параметров [4]. Для анализа полученных данных использовался математический пакет MS Excel. Проверка данных на нормальность осуществлялась при помощи критерия Шапиро-Уилка. Распределение было отличным от нормального, поэтому измерения выражались в виде медианы, 25-го и 75-го квартилей (Me (25-75)). Взаимосвязь переменных была исследована при помощи коэффициента линейной корреляции Пирсона (r-Пирсона).

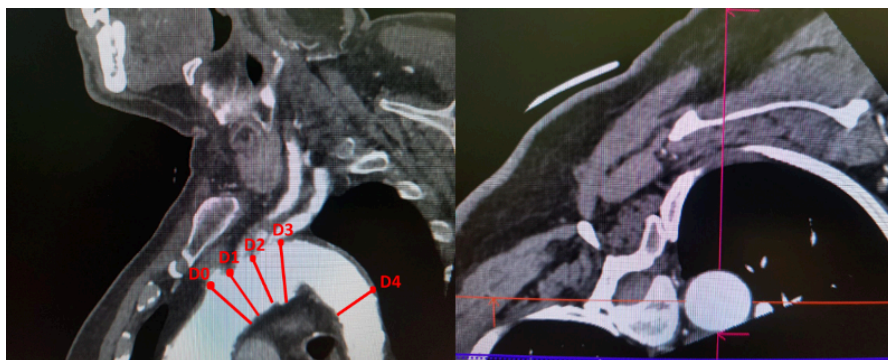


Рис. 1, 2 – КТА-сканы грудной клетки и шеи. А – аксиальный, Б – сагиттальный. Измерение диаметра дуги аорты



Рис. 3 – Сакиттальный КТА-скан грудной клетки и шеи. Измерение угла изгиба дуги аорты

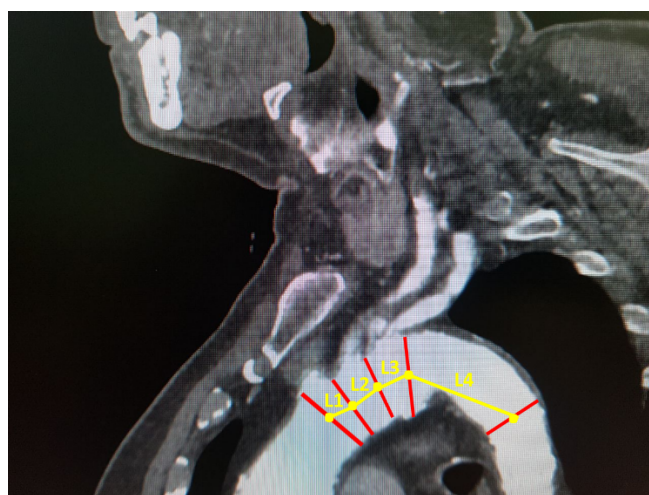


Рис. 4 – Сакиттальный КТА-скан грудной клетки и шеи. Измерение длины дуги аорты

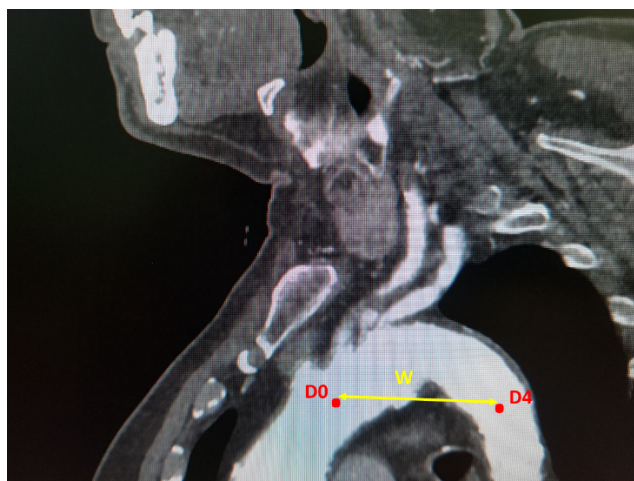


Рис. 5 – Сакиттальный КТА-скан грудной клетки и шеи. Измерение ширины дуги аорты

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

Табл. 1. Диаметр дуги аорты

	D0 Me (25-75%), см	D1 Me (25-75%), см	D2 Me (25-75%), см	D3 Me (25-75%), см	D4 Me (25-75%), см
мужчины	3,45 (3,34-3,79)	3,08 (2,98-3,36)	2,87 (2,72-3,09)	2,74 (2,44-2,81)	2,61 (2,39-2,84)
женщины	3,22 (2,91-3,46)	2,86 (2,67-3,06)	2,65 (2,44-2,81)	2,53 (2,35-2,64)	2,47 (2,28-2,64)
p	0,000	0,001	0,001	0,002	0,001

Угол дуги аорты статистически достоверно больше у женщин (табл. 2).

Табл. 2. Угол изгиба дуги аорты

	$\alpha 1$ Me (25-75%), °	$\alpha 2$ Me (25-75%), °	$\alpha 3$ Me (25-75%), °	$\alpha 4$ Me (25-75%), °	Угол дуги аорты Me (25-75%), °	p
мужчины	60,00 (37,75-67,50)	12,00 (10,00-14,00)	17,50 (15,00-22,75)	41,50 (26,50-50,25)	124,00 (111,25-134,75)	0,003
женщины	45,00 (38,75-65,25)	11,50 (11,00-15,75)	20,50 (14,75-22,75)	46,50 (33,75-67,50)	130,00 (116,25-145,50)	

Длина дуги аорты: статистически значимых гендерных различий выявлено не было, за исключением сегмента L2 между дистальными точками отхождения плечевого ствола и левой общей сонной артерии, который у женщин статистически достоверно был короче (табл. 3).

Табл. 3. Длина дуги аорты

	L1 Me (25-75%), см	L2 Me (25-75%), см	L3 Me (25-75%), см	L4 Me (25-75%), см	L дуги аорты Me (25-75%), см
мужчины	3,03 (2,71-3,61)	1,26 (1,04-1,48)	1,60 (1,40-1,94)	3,15 (2,41-4,14)	9,74 (8,14-10,78)
женщины	2,92 (2,60-3,77)	1,13 (0,86-1,42)	1,70 (1,40-2,15)	3,13 (2,89-4,27)	9,85 (8,52-10,29)
p	0,612	0,047	0,059	0,073	0,145

Статистически значимых гендерных различий значений ширины дуги аорты не выявлено (табл. 4).

Табл. 4. Ширина дуги аорты

	W Me (25-75%), см	p
мужчины	6,79 (5,86-7,29)	0,064
женщины	6,73 (5,12-8,28)	

Краниальная точка дуги аорты наиболее часто расположена на уровне II-III грудных позвонков (рис. 6). Такое расположение встречалось у 61,5% мужчин и у 64,3% женщин.

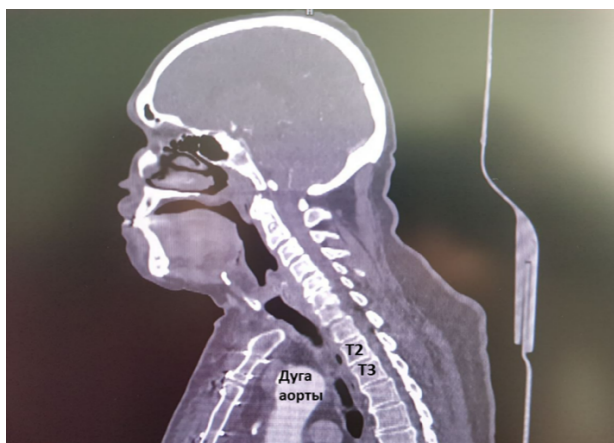


Рис. 6 – Сакиттальный КТА-скан головы, шеи и грудной клетки.
Определение краниальной точки дуги аорты

Выводы:

1. Диаметр, длина, краниальная точка и угол изгиба дуги аорты отличаются значительной индивидуальной изменчивостью.
2. Линейные и угловые характеристики дуги аорты играют ключевую роль в выборе хирургической тактики при операциях на грудной клетке и шее.
3. Оценка морфометрических параметров дуги аорты перед плановым вмешательством крайне важна для предотвращения ятрогенных повреждений во время операции.

Литература

1. Bovine aortic arch: Prevalence in human fetuses / Y. W. Goldsher [et al.] // J Clin Ultrasound. – 2020. – Vol.4. – №48. – P. 198-203.
2. Hager A. et al. Morphometry of the Entire Aortic Arch in Three-dimensional Space: Influence of Age and Gender// European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. – 2002. – Vol.2. – №21. – P. 288–293.
3. M. Boufi , C. Guivier-Curien, A.D. Loundou, V. Deplano, O. Boiron, K. Chaumoitre, V. Gariboldi, Y.S. Alimi. Morphological Analysis of Healthy Aortic Arch// European Society for Vascular Surgery. – 2017. – №53. – P. 663-670.
4. Karmonik C. Computational study of haemodynamic effects of entry- and exit-tear coverage in a DeBakey type III aortic dissection: technical report//European Journal of Vascular and Endovascular Surgery. – 2011. – Vol.2. – №42. – P. 172–177.