

## АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА

УДК 611:612.13

DOI: 10.34680/2076-8052.2024.2(136).191-201

ГРНТИ 34.41.35+34.39.29

Специальность ВАК 3.3.1

*Научная статья*

### ОПИСАНИЕ РЕДКОГО СЛУЧАЯ ОТХОЖДЕНИЯ АБЕРРАНТНОЙ ЛЕВОЙ ПОЗВОНОЧНОЙ АРТЕРИИ ОТ ДУГИ АОРТЫ С MORFOMETRICHESKIM ANALIZOM BRAHIOCEFAL'NYKH ARTERIY

Мурашов О. В., Иванова Н. В., Ищенко О. С., Луппо М. Д.

*Псковский государственный университет (Псков, Россия)*

**Аннотация** Индивидуальная изменчивость или вариантная анатомия наиболее часто встречается у кровеносных сосудов, среди которых следует выделить брахиоцефальные артерии. В статье приводится случай обнаружения одной из таких вариаций – aberrantной левой позвоночной артерии, отходящей от дуги аорты у 68-летнего пациента. Данная артерия была выявлена у него после проведенного исследования – КТ ангиографии дуги аорты и брахиоцефальных артерий по поводу выраженной у него вертебрально-базилярной недостаточности. При изучении ангиограммы, авторами был проведен морфометрический анализ всех ветвей, отходящих от дуги аорты. Результатом проведенного исследования явилось обнаружение дуги аорты с четырьмя ветвями вместо трёх, согласно классической анатомии. Дополнительной ветвью дуги аорты была aberrantная VS. По результатам морфометрии определялся стеноз данной артерии, при этом диаметр одноименной артерии на противоположной стороне соответствовал нормальному показателю. Все другие брахиоцефальные артерии TB, CCS, SS и ветви плечеголового ствола (CCD и SD) имели диаметр значительно ниже допустимых нормальных значений, что также указывало на их сужение и характерные признаки субокклюзии. Стенозированная aberrantная VS у пациента с другими выраженными патологически изменёнными брахиоцефальными артериями, способствовала проявлению клинике вертебрально-базилярной недостаточности.

**Ключевые слова:** *вариантная анатомия, дуга аорты, брахиоцефальные артерии, aberrantная левая позвоночная артерия*

**Для цитирования:** Мурашов О. В., Иванова Н. В., Ищенко О. С., Луппо М. Д. Описание редкого случая отхождения aberrantной левой позвоночной артерии от дуги аорты с морфометрическим анализом брахиоцефальных артерий // Вестник НовГУ. 2024. 2 (136). 191-201. DOI: 10.34680/2076-8052.2024.2(136).191-201

*Research Article*

### DESCRIPTION OF A RARE CASE OF ABERRANT LEFT VERTEBRAL ARTERY BRANCHING OFF FROM THE AORTIC ARCH WITH MORPHOMETRIC ANALYSIS OF BRACHIOCEPHALIC ARTERIES

Murashov O. V., Ivanova N. V., Ishchenko O. S., Luppo M. D.

*Pskov State University (Pskov, Russia)*

**Abstract** Individual variability or variant anatomy is most common in blood vessels, among which brachiocephalic arteries should be distinguished. The article presents a case of the detection of one of these variations – an aberrant left vertebral artery branching off from the aortic arch in a 68-year-old patient. This artery was identified in him after a CT scan of the aortic arch and brachiocephalic arteries for pronounced vertebral-basilar insufficiency. In studying the angiogram, the authors carried out a morphometric analysis of all arteries branching off from the aortic arch.

**Keywords:** *variant anatomy, aortic arch, brachiocephalic arteries, aberrant left vertebral artery*

**For citation:** Murashov O. V., Ivanova N. V., Ishchenko O. S., Luppo M. D. Description of a rare case of aberrant left vertebral artery branching off from the aortic arch with morphometric analysis of brachiocephalic arteries// Vestnik NovSU. 2024. 2(136). 191-201. DOI: 10.34680/2076-8052.2024.2(136).191-201

## Введение

В классической отечественной и зарубежной литературе дуга аорты, *arcus aortae* (AA) описана как крупная артерия, отдающая последовательно справа налево три ветви: плечеголовной ствол, *truncus brachiocephalicus* (TB) левую общую сонную артерию, *a. carotica communis sinistra* (CCS) и левую подключичную артерию, *a. subclavian sinistra* (SS) (рисунок 1).

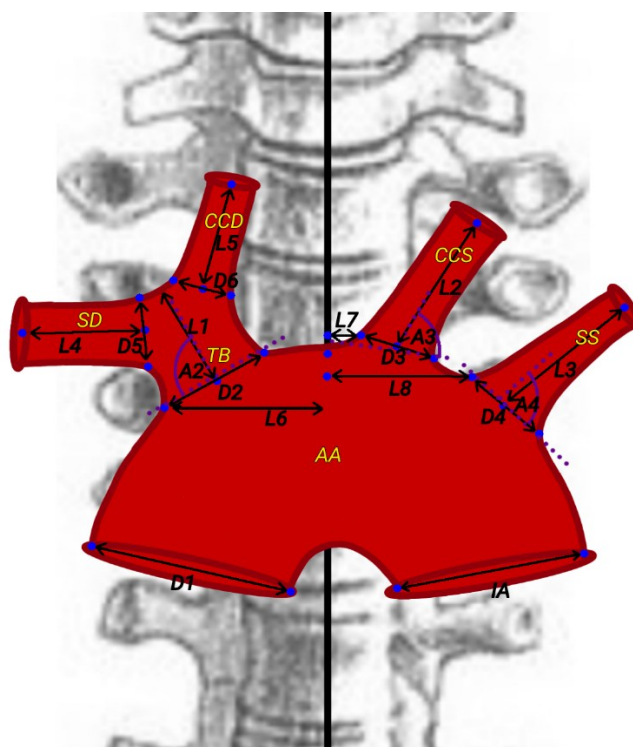


Рисунок 1. Классический вариант отхождения от дуги аорты трех артерий: TB, CCS и SS

Позвоночная артерия, *a. vertebralis* (V), в классической анатомии представлена как первая ветвь подключичной артерии до ее вхождения в межлестничное пространство, проходящая через канал, образованный поперечными отверстиями поперечных отростков шестого-первого шейных позвонков и формирующая при слиянии с артерией противоположной стороны базилярную артерию.

Среди известных вариаций ветвей дуги аорты aberrantная левая позвоночная артерия (VS) занимает второе место после общего ствола для TB и CCS, называемого «бычьей дугой». Место ее ответвления от материнского ствола расположено между CCS и SS. По данным отечественных и зарубежных авторов, частота встречаемости aberrantной VS варьирует от 0,025% до 14,8% [1, 2] (рисунок 2).

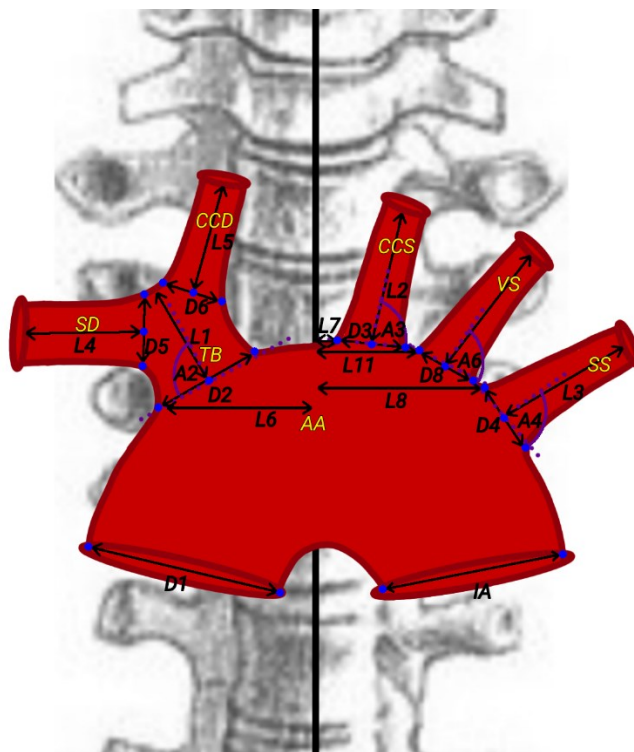


Рисунок 2. Вариант отхождения от дуги аорты четырех артерий: TB, CCS, VS и SS

### Клинический пример

Пациент Н., 68 лет, обратился с жалобами на головные боли, усиливающиеся при физической нагрузке с симптомами: головокружения; периодическое нарушение равновесия; шум в ушах; боли в затылке; периодически появляющаяся рвота; общее недомогание. Появление указанных жалоб отмечает в течение 4 последних месяцев и начало их возникновения ни с чем не связывает. Обратился в поликлинику к врачу-терапевту и был направлен на прохождение КТ ангиографии.

При выполнении КТ ангиографии 68-летнему пациенту, прошедшему обследование в Псковской областной клинической больнице, был поставлен диагноз: Субокклюзия брахиоцефальных артерий, отходящих от дуги аорты с атипичным ветвлением. Стеноз aberrантной левой позвоночной артерии.

На представленном для исследования снимке дуги аорты, вместе с тремя классическими ветвями, от ее ствола отходила четвертая ветвь – aberrантная VS, берущая начало между CCS и SS артериями (рисунок 3).

Диаметр AA составил 26,31 мм, а диаметры ее ветвей TB, CCS, VS и SS равнялись 7,12 мм, 3,12 мм, 1,97 мм и 4,41 мм, соответственно. TB разветвлялся на SD, диаметром 4,94 мм и CCD, диаметром 2,88 мм.

Длина TB составила 4,12 см, CCS – 12,20 см, SS – 10,27 см, SD и CCD, отходящие от TB, были длиной 9,48 см и 7,71 см, соответственно.

TB начинался на расстоянии 13,26 мм справа относительно средней позвоночной линии, CCS – 4,19 мм, VS – 2,79 мм и SS – 4,89 мм слева от нее.

Величина угла ответвления составила для VS – 48,1 град. и для SS – 49,4 град.

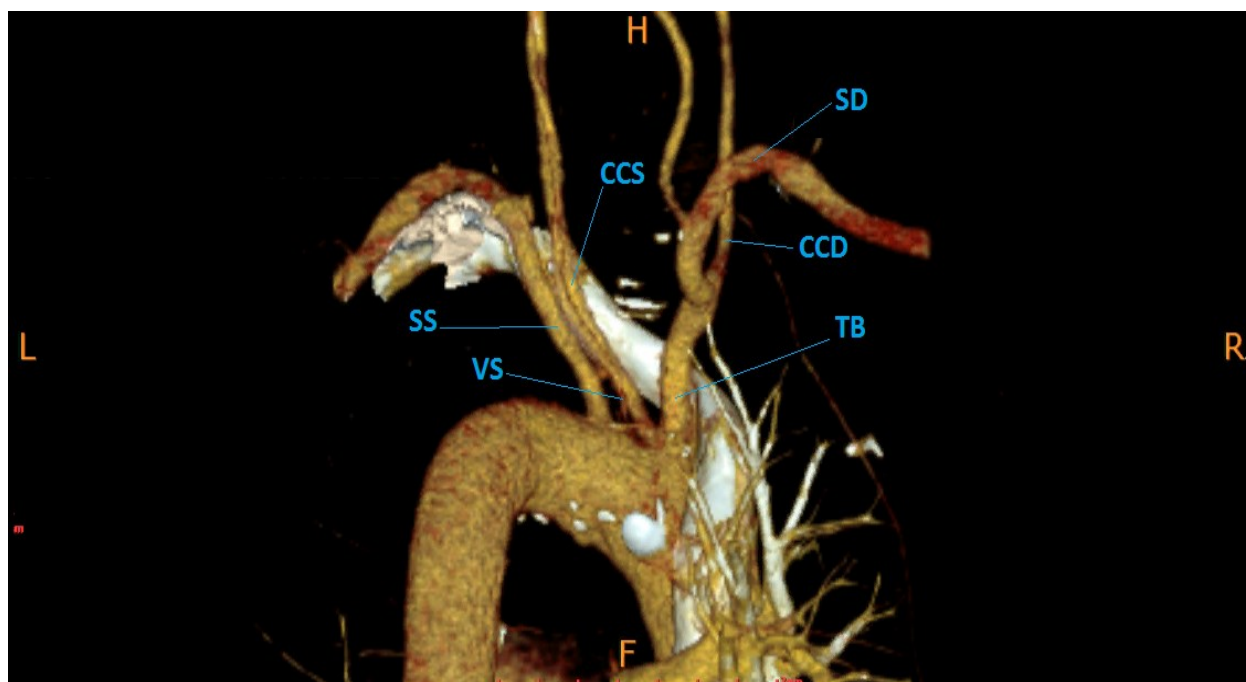


Рисунок 3. Отхождение четырех ветвей от дуги аорты: TB, CCS, aberrантной VS и SS (Снимок КТ ангиограммы 68-летнего мужчины, вид сзади)

### Обсуждение

Показатели, полученные после выполненной морфометрии брахиоцефальных артерий и отдаваемых ими ветвей, были внесены в таблицу (таблица 1). Для сравнения в нее были включены морфометрические параметры, полученные другими исследователями [3-10].

В нашем наблюдении aberrантная VS имела диаметр 1.97 мм, что указывает на ее сужение (рисунок 4). Условная норма диаметра позвоночной артерии варьирует от 2,5-2,8 мм до 3,8-3,9 мм, а для диагностики стеноза подключичной артерии используются два критерия: размер, употребляемый чаще и это менее 2,0 мм и второй критерий (употребляется реже) – 2,5 мм. Правая позвоночная артерия, а. vertebralis dextra (VD имела диаметр в пределах нормы) (рисунок 5).

Частота встречаемости такой вариации у жителей России, по данным Шаданова А. А. и соавторов, составляет 3,1%, что по сравнению с населением других стран является относительно невысоким показателем [11-22]. Наименьший показатель частоты встречаемости aberrантной VS называют Pandalai U. и соавторы из Южной Индии, а наибольший Einstein E.H. и соавторы из США, составляющие 0,025% и 14,8%, соответственно (таблица 2) [1, 2].

Таблица 1. Морфометрические показатели брахиоцефальных артерий и их ветвей

| №  | Условное обозначение | Измеряемый показатель                                                                     | Параметры выполненного исследования | По результатам измерения других авторов                                                                                                                  |
|----|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | D1 мм                | Диаметр дуги аорты (AA)                                                                   | 26,31                               | 20,0 мм [3]                                                                                                                                              |
| 2  | D2 мм                | Диаметр плечевого ствола (TB)                                                             | 7,12                                | 17,97 ± 3,85 мм (от 10,0 мм до 25,0 мм) [4]                                                                                                              |
| 3  | D3 мм                | Диаметр левой общей сонной артерии (CCS)                                                  | 3,12                                | 9,77 ± 1,91 мм (от 6,0 мм до 15,0 мм) [4]                                                                                                                |
| 4  | D4 мм                | Диаметр левой подключичной артерии (SS)                                                   | 4,41                                | 14,33 ± 13,09 мм (от 7,0 мм до 20,0 мм) [4]                                                                                                              |
| 5  | D5 мм                | Диаметр правой подключичной артерии (SD)                                                  | 4,94                                | 5,0 мм [6]                                                                                                                                               |
| 6  | D6 мм                | Диаметр правой общей сонной артерии (CCD)                                                 | 2,88                                | 6,0 мм [3]                                                                                                                                               |
| 7  | D8 мм                | Диаметр левой позвоночной артерии (VS)                                                    | 1,97                                | 3,92 ± 0,019 мм [5]                                                                                                                                      |
| 8  | L1 см                | Длина плечевого ствола (TB)                                                               | 4,12                                | 3,25 см [7]                                                                                                                                              |
| 9  | L2 см                | Длина левой общей сонной артерии (CCS)                                                    | 12,20                               | 10,07 ± 1,22 (7,5 – 17,0 см) [8]                                                                                                                         |
| 10 | L3 см                | Длина левой подключичной артерии (SS)                                                     | 10,27                               | 6,0 см [9]                                                                                                                                               |
| 11 | L4 см                | Длина правой подключичной артерии (SD)                                                    | 9,48                                | 9,0 см [9]                                                                                                                                               |
| 12 | L5 см                | Длина правой общей сонной артерии (CCD)                                                   | 7,71                                | 10,7 ± 1,10 (7,8 – 17,0 см) [8]                                                                                                                          |
| 13 | L6 мм                | Расстояние начала плечевого ствола (TB) относительно средней позвоночной линии            | 13,26 справа                        | 9,33 ± 4,66 мм справа от средней позвоночной линии (0,0 – 20,0 мм) [4]; в [10] называют 28,5% начала плечевого ствола слева от средней позвоночной линии |
| 14 | L7 мм                | Расстояние начала левой общей сонной артерии (CCS) относительно средней позвоночной линии | 4,19 слева                          | 12,3 мм слева от средней позвоночной линии [7]                                                                                                           |
| 15 | L8 мм                | Расстояние начала левой подключичной артерии (SS) относительно средней позвоночной линии  | 4,89 слева                          | 22,8 мм слева от средней позвоночной линии [7]                                                                                                           |
| 16 | L11 мм               | Расстояние начала левой позвоночной артерии (VS) относительно средней позвоночной линии   | 2,79 слева                          | Информация не найдена                                                                                                                                    |
| 17 | A1 град              | Величина угла кривизны дуги аорты (AA) относительно коронарной плоскости                  | отсутствует                         | 62,2 град. [7]                                                                                                                                           |
| 18 | A4 град              | Величина угла отхождения левой подключичной артерии (SS) от дуги аорты                    | 49,4 слева                          | 63,8 град. [7]                                                                                                                                           |
| 19 | A6 град              | Величина угла отхождения левой позвоночной артерии (VS) от дуги аорты                     | 48,1 слева                          | Информация не найдена                                                                                                                                    |

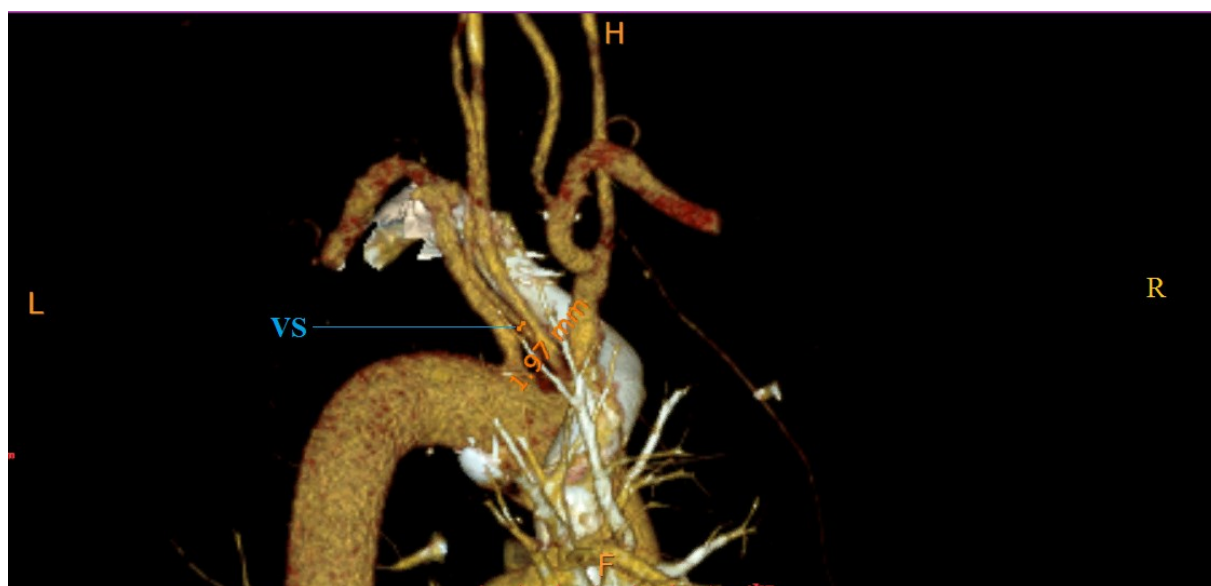


Рисунок 4. Морфометрия VS, вид сзади

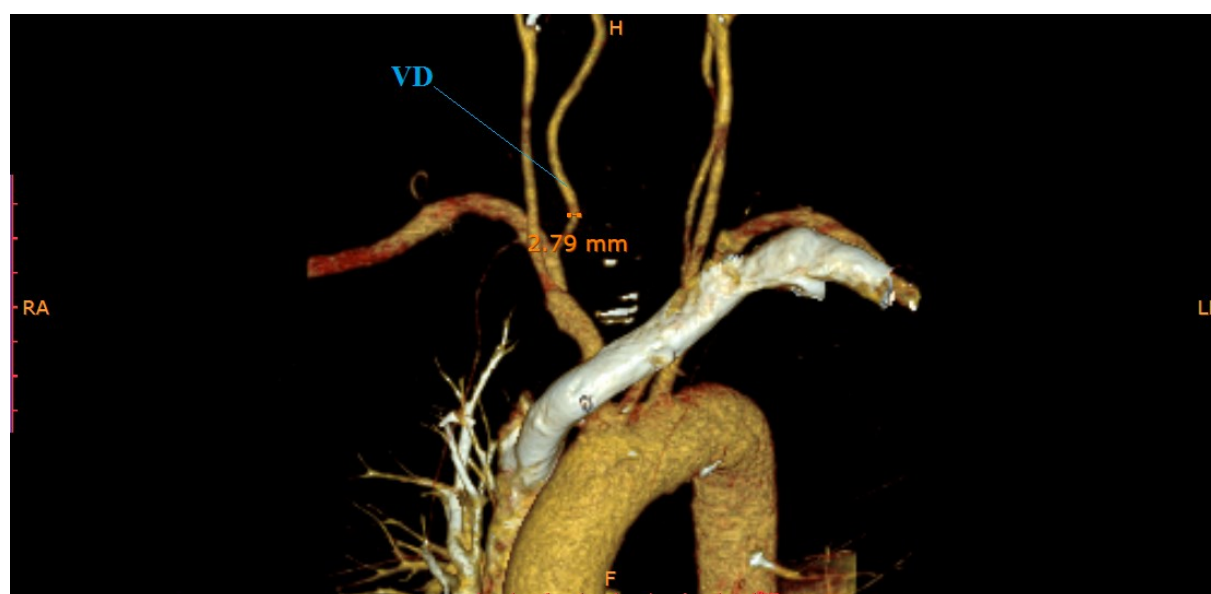


Рисунок 5. Морфометрия VD, вид спереди и сбоку

Как следует из представленной таблицы 2, частота встречаемости данной вариации у населения одной и той же страны, проживающего на разных ее территориях, может значительно варьировать. Так, в отдельных частях Южной Индии данный показатель составляет 0,025%, а в Западной Индии – 6,3%. Такая же особенность наблюдается и у жителей США, где частота встречаемости aberrантной VS составляет от 0,4% до 14,8%. Анализируя такой размах данного показателя, нельзя исключить влияние факторов окружающей среды на территории проживания этих людей.

Таблица 2. Частота встречаемости aberrантной VS у населения разных стран

| Источник                       | Страна                 | Частота встречаемости aberrантной VS (%) | М (%) | Ж (%) |
|--------------------------------|------------------------|------------------------------------------|-------|-------|
| Pandalai U. и соавторы [1]     | Южная Индия            | 0,025                                    |       |       |
| Yousef S. и соавторы [11]      | США                    | 0,4                                      |       |       |
| Açar M. и соавторы [12]        | Турция                 | 2,13                                     |       |       |
| Williams G. D. и соавторы [13] | США                    | 2,3                                      |       |       |
| Junagade B. и соавторы [10]    | Южная Индия            | 2,85                                     |       |       |
| Шаданов А. А. и соавторы [14]  | Россия                 | 3,1                                      |       |       |
| Pandian D.K. и соавторы [15]   | Северо-Восточная Индия | 3,33                                     |       |       |
| Açar G. и соавторы [16]        | Турция                 | 3,6                                      | 0,35  | 2,9   |
| Karacan A. и соавторы [17]     | Турция                 | 4,1                                      |       |       |
| Indumathi S. и соавторы [18]   | Южная Индия            | 4,1                                      | 2,17  | 7,4   |
| Ogengo'o J. A. и соавторы [19] | Южная Корея            | 6,2                                      |       |       |
| Rekha P. и соавторы [20]       | Западная Индия         | 6,3                                      |       |       |
| Bhatia K. и соавторы [21]      | Австралия              | 7,41                                     |       |       |
| Shin Y. и соавторы [7]         | Южная Корея            | 8,0                                      |       |       |
| Alsaif. H. A. и соавторы [4]   | Саудовская Аравия      | 8,55                                     |       |       |
| Natsis K. и соавторы [22]      | Греция                 | 9,0                                      |       |       |
| Einstein E. H. и соавторы [2]  | США                    | 14,8                                     | -     | 14,8  |

В нашем случае aberrантная VS наблюдалась у мужчины. Поиск доступного нам материала по гендерным различиям выявил, что частота встречаемости данной вариации у женщин (Ж) составляет от 2,9% до 14,8%, что несколько выше, чем у мужчин (М), у которых этот показатель равнялся от 0% до 2,17%.

### Заключение

Результатом проведенного исследования явилось обнаружение дуги аорты с четырьмя ветвями вместо трёх, согласно классической анатомии. Дополнительной ветвью дуги аорты была aberrантная VS. По результатам морфометрии определялся стеноз данной артерии, при этом диаметр одноименной артерии на противоположной стороне соответствовал нормальному показателю. Все другие брахиоцефальные артерии TB, CCS, SS и ветви плечевого ствола (CCD и SD) имели диаметр значительно ниже допустимых нормальных значений, что также указывало на их сужение и характерные признаки субокклюзии. Стенозированная aberrантная VS у пациента с другими выраженными патологически изменёнными брахиоцефальными артериями, способствовала проявлению клинике вертебрально-базилярной недостаточности.

### Список литературы

1. Pandalai U., Pillay M., Moorthy S., Sukumaran T. T., Ramakrishnan S., Gopalakrishnan A., Krishnan A., Pillay A. K. G. Anatomical Variations of the Aortic Arch: A Computerized Tomography-Based Study // Cureus. 2021. 13 (2). e13115. DOI: 10.7759/cureus.13115
2. Einstein E. H., Song L. H., Villela N. L. A., Fasani-Felberg G. B., Jacobs J. L., Kim D. O. Nathawat A., Patel D., Bender R. B., Peters D. F. Anomalous origin of left vertebral artery from the aortic arch // Aorta (Stamford). 2016. 4 (2). 64-67. DOI: 10.12945/j.aorta.2015.15.022
3. Калиниченко В. М., Благоднарова И. О. Редкий вариант развития и строения дуги аорты и ее ветвей // Морфология. 2009. 136 (44). 69а.
4. Alsaif H. A., Ramadan W. S. An anatomical study of the aortic arch variations // Journal of King Abdulaziz University-medical Sciences. 2010. 17 (2). 37-54. DOI: 10.4197/Med.17-2.4
5. Книга В. В., Бирюкбаева Г. Н., Кузьмина А. Ю. Распространённость гипоплазии позвоночной артерии и её клиническая значимость у пилотов старшей возрастной группы // Лечащий врач. 2016. 7. 28-32.
6. Граудина В. Е., Зульфигарова Б. Т., Костина И. В., Аушева Ф. И., Ботез Л. С. Аномалия развития ветвей дуги аорты с полным STEAL-синдромом: клинический случай редкой диагностической находки // Международный журнал сердца и сосудистых заболеваний. 2022. 10 (33). 39-46. DOI: 10.24412/2311-1623-202233-39-46
7. Shin I.-Y., Chung Y.-G., Shin W.-H., Im S.-B., Hwang S.-C., Kim B.-T. A morphometric study on cadaveric aortic arch and its major branches in 25 Korean adults: the perspective of endovascular surgery // Journal of Korean Neurosurgical Society. 2008. 44 (2). 78-83. DOI: 10.3340/jkns.2008.44.2.78
8. Кан И. В., Самотёсов П. А., Левенец А. А. Конституциональные особенности строения магистральных сосудов шеи мужчин // Сибирское медицинское обозрение. 2011. 68 (2). 51-54.
9. Barral J-P., Croibier A. Visceral Vascular Manipulations. Oxford: Churchill Livingstone Elsevier, 2011. 269 p.
10. Junagade B., Mukherjee A. The morphometric study of the normal and variant branching pattern of the Aortic arch by cadaveric dissection // International Journal of medical research review. 2015. 3 (5). 461-469. DOI: 10.17511/ijmrr.2015.i5.090
11. Yousef S., Singh S., Alkukhun A., Alturkmani B., Mori M., Chen J., Mullan C. W., Brooks C. W., Assi R., Gruber P. J., Cortopassi I., Geirsson A., Vallabhajosyula P. Variants of the aortic arch in adult general population and their association with thoracic aortic aneurysm disease // Journal of Cardiac Surgery. 2021. 36 (7). 2348-2354. DOI: 10.1111/jocs.15563
12. Acar M., Ulusoy M., Zararsiz I., Efe D. Anatomical variations in the branching of human aortic arch // Biomedical research (India). 2013. 24 (4). 531-535.
13. Williams G. D., Edmonds H. W. Variations in the arrangement of the branches arising from the aortic arch in American whites and negroes // The Anatomical record. 1935. 62. 139-146. DOI: 10.1002/ar.1090620203
14. Шаданов А. А., Сирота Д. А., Берген Т. А., Ляшенко М. М., Чернявский А. М. Анатомическая вариабельность строения дуги и грудного отдела аорты и её влияние на патологические состояния аорты // Патология кровообращения и кардиохирургия. 2020. 24 (4). 72-82. DOI: 10.21688/1681-3472-2020-4-72-82

15. Pandian D. K., Radha K., Sundaravadhana K. V. K. Study on branching pattern of arch of aorta in South Indian population // *International Journal of Anatomy and Research*. 2014. 2 (4). 673-676. DOI: 16965/ijar.2014.522
16. Açar G., Çiçekcibaşı A. E., Uysal E., Koplay M. Anatomical variations of the aortic arch branching pattern using CT angiography: a proposal for a different morphological classification with clinical relevance // *Anatomical Science International*. 2022. 96 (1). 65-78. DOI: 10.1007/s12565-021-00627-6
17. Karacan A., Türkvatan A., Karacan K. Anatomical variations of aortic arch branching: evaluation with computed tomographic angiography // *Cardiology in the Young*. 2014. 24 (3). 485-493. DOI: 10.1017/S1047951113000656
18. Indumathi S., Sudha S., Rajila H.S.R. Aortic arch and variations in its branching pattern // *Journal of clinical and diagnostic research*. 2010. 4 (5). 3134-3143. DOI: 10.7860/JCDR/2010/.980
19. Ogengo'o J. A., Olabu B. O., Gatonga P. M., Munguti J. K. Branching pattern of aortic arch in a Kenyan population // *Journal Morphological science*. 2010. 27 (2). 51-55.
20. Rekha P., Senthilkumar S. A study on branching pattern of human aortic arch and its variations in South Indian population // *Journal Morphological sciences*. 2013. 30 (1). 11-15.
21. Bhatia K., Gabriel M.N., Henneberg M. Anatomical variations in the branches of the human aortic arch: a recent study of a south Australian population // *Folia morphological (Wartz)*. 2005. 64 (3). 217-223.
22. Natsis K., Piagkou M., Lazaridis N., Kalamatianos T., Chytas D., Manatakis D., Anastasopoulos N., Loukas M. A systematic classification of the left-sided aortic arch variants based on cadaveric studies' prevalence // *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2021. 43 (3). 327-345. DOI: 10.1007/s00276-020-02625-1

## Reference

1. Pandalai U., Pillay M., Moorthy S., Sukumaran T. T., Ramakrishnan S., Gopalakrishnan A., Krishnan A., Pillay A. K. G. Anatomical Variations of the Aortic Arch: A Computerized Tomography-Based Study // *Cureus*. 2021. 13 (2). e13115. DOI: 10.7759/cureus.13115
2. Einstein E. H., Song L. H., Villela N. L. A., Fasani-Felberg G. B., Jacobs J. L., Kim D. O. Nathawat A., Patel D., Bender R. B., Peters D. F. Anomalous origin of left vertebral artery from the aortic arch // *Aorta (Stamford)*. 2016. 4 (2). 64-67. DOI: 10.12945/j.aorta.2015.15.022
3. Kalinichenko V. M., Blagonravova I. O. Redkiy variant razvitiya i stroyeniya dugi aorty i yeye vetvey [A rare variant of the aortic arch and its branches development and structure] // *Morphology*. 2009. 136 (44). 69a.
4. Alsaif H. A., Ramadan W. S. An anatomical study of the aortic arch variations // *Journal of King Abdulaziz University-medical Sciences*. 2010. 17 (2). 37-54. DOI: 10.4197/Med.17-2.4
5. Kniga V. V., Biryukbaeva G.N., Kuzmina A.Yu. Rasprostranonnost' gipoplazii pozvonochnoy arterii i yeyo klinicheskaya znachimost' u pilotov starshey vozrastnoy gruppy [The prevalence and clinical significance of vertebral artery hypoplasia in pilots of older age groups] // *Lechaschi Vrach*. 2016. 7. 28-32.
6. Graudina V. E., Zulfgarova B. T., Kostina I. V., Ausheva F. I., Botez L. S. Anomaliya razvitiya vetvey dugi aorty s polnym STEAL-sindromom: klinicheskiy sluchay redkoy diagnosticheskoy nakhodki [A rare case of aortic arch anomaly with subclavian steal syndrome] // *International Heart and Vascular Disease Journal*. 2022. 10 (33). 39-46. DOI: 10.24412/2311-1623-202233-39-46

7. Shin I.-Y., Chung Y.-G., Shin W.-H., Im S.-B., Hwang S.-C., Kim B.-T. A morphometric study on cadaveric aortic arch and its major branches in 25 Korean adults: the perspective of endovascular surgery // *Journal of Korean Neurosurgical Society*. 2008. 44 (2). 78-83. DOI: 10.3340/jkns.2008.44.2.78
8. Kan I. V., Samotesov P. A., Levenets A. A. Konstitutsional'nyye osobennosti stroyeniya magistral'nykh sosudov shei muzhchin [Structural peculiarities of main blood vessels in the neck of males] // *Siberian medical review*. 2011. 68 (2). 51-54.
9. Barral J.-P., Croibier A. *Visceral Vascular Manipulations*. Oxford: Churchill Livingstone Elsevier, 2011. 269 p.
10. Junagade B., Mukherjee A. The morphometric study of the normal and variant branching pattern of the Aortic arch by cadaveric dissection // *International Journal of medical research review*. 2015. 3 (5). 461-469. DOI: 10.17511/ijmrr.2015.i5.090
11. Yousef S., Singh S., Alkukhun A., Alturkmani B., Mori M., Chen J., Mullan C. W., Brooks C. W., Assi R., Gruber P. J., Cortopassi I., Geirsson A., Vallabhajosyula P. Variants of the aortic arch in adult general population and their association with thoracic aortic aneurysm disease // *Journal of Cardiac Surgery*. 2021. 36 (7). 2348-2354. DOI: 10.1111/jocs.15563
12. Acar M., Ulusoy M., Zararsiz I., Efe D. Anatomical variations in the branching of human aortic arch // *Biomedical research (India)*. 2013. 24 (4). 531-535.
13. Williams G. D., Edmonds H. W. Variations in the arrangement of the branches arising from the aortic arch in American whites and negroes // *The Anatomical record*. 1935. 62. 139-146. DOI: 10.1002/ar.1090620203
14. Shadanov A.A., Sirota D.A., Bergen T.A., Lyashenko M.M., Chernyavskiy A.M. Anatomicheskaya variabel'nost' stroyeniya dugi i grudnogo otdela aorty i yeyo vliyaniye na patologicheskiye sostoyaniya aorty [Anatomical variability in the structure of the arch and thoracic aorta and its influence on aorta related pathological conditions] // *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surger*. 2020. 24 (4). 72-82. DOI: 10.21688/1681-3472-2020-4-72-82
15. Pandian D. K., Radha K., Sundaravadhana K. V. K. Study on branching pattern of arch of aorta in South Indian population // *International Journal of Anatomy and Research*. 2014. 2 (4). 673-676. DOI: 169651ijar.2014.522
16. Açar G., Çiçekcibaşı A. E., Uysal E., Koplay M. Anatomical variations of the aortic arch branching pattern using CT angiography: a proposal for a different morphological classification with clinical relevance // *Anatomical Science International*. 2022. 96 (1). 65-78. DOI: 10.1007/s12565-021-00627-6
17. Karacan A., Türkvatan A., Karacan K. Anatomical variations of aortic arch branching: evaluation with computed tomographic angiography // *Cardiology in the Young*. 2014. 24 (3). 485-493. DOI: 10.1017/S1047951113000656
18. Indumathi S., Sudha S., Rajila H.S.R. Aortic arch and variations in its branching pattern // *Journal of clinical and diagnostic research*. 2010. 4 (5). 3134-3143. DOI: 10.7860/JCDR/2010/980
19. Ogengo'o J. A., Olabu B. O., Gatonga P. M., Munguti J. K. Branching pattern of aortic arch in a Kenyan population // *Journal Morphological science*. 2010. 27 (2). 51-55.
20. Rekha P., Senthilkumar S. A study on branching pattern of human aortic arch and its variations in South Indian population // *Journal Morphological sciences*. 2013. 30 (1). 11-15.
21. Bhatia K., Gabriel M.N., Henneberg M. Anatomical variations in the branches of the human aortic arch: a recent study of a south Australian population // *Folia morphological (Wartz)*. 2005. 64 (3). 217-223.

22. Natsis K., Piagkou M., Lazaridis N., Kalamatianos T., Chytas D., Manatakis D., Anastasopoulos N., Loukas M. A systematic classification of the left-sided aortic arch variants based on cadaveric studies' prevalence // Surgical and Radiologic Anatomy. 2021. 43 (3). 327-345. DOI: 10.1007/s00276-020-02625-1

#### **Информация об авторах**

*Мурашов Олег Васильевич* – старший преподаватель, Псковский государственный университет (Псков, Россия), ORCID: 0000-0003-0821-847X, [ps60rus@mail.ru](mailto:ps60rus@mail.ru)

*Иванова Наталья Владимировна* – доктор медицинских наук, профессор, Псковский государственный университет (Псков, Россия), ORCID: 0000-0001-8238-9491, [zdravuniver@inbox.ru](mailto:zdravuniver@inbox.ru)

*Ищенко Ольга Сергеевна* – студент, Псковский государственный университет (Псков, Россия), ORCID: 0009-0005-9495-1855, [satutoru1009@gmail.com](mailto:satutoru1009@gmail.com)

*Луппо Марьяна Дмитриевна* – студент, Псковский государственный университет (Псков, Россия), ORCID: 0009-0001-7092-0553, [meri856226@gmail.com](mailto:meri856226@gmail.com)