

АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА

УДК 611.132

DOI: 10.34680/2076-8052.2025.2(140).191-202

Поступила в редакцию / Received 16.02.2025

ГРНТИ 34.41.35

Специальность ВАК 3.3.1.

Принята к публикации / Accepted 14.05.2025

Научная статья

РЕДКИЙ СЛУЧАЙ ДВОЙНОЙ ВАРИАЦИИ ВЕТВЕЙ ДУГИ АОРТЫ («БЫЧЬЕЙ ДУГИ» И АБЕРРАНТНОЙ ЛЕВОЙ ПОЗВОНОЧНОЙ АРТЕРИИ)

Мурашов О. В., Иванова Н. В., Командресова Т. М., Бегун М. С.,
Наседкин А. Г., Ищенко О. С., Луппо М. Д.

Псковский государственный университет (Псков, Россия)

Аннотация. Целью исследования было изучение вариантной анатомии брахиоцефальных артерий и их ветвей с регистрацией максимально известных морфометрических параметров. Материалом исследования послужили обезличенные компьютерно-томографические ангиограммы редкого случая вариантной анатомии брахиоцефальных артерий 58-летней пациентки. Были выявлены отходящие от дуги аорты «бычья дуга» и aberrantная левая позвоночная артерия. Обнаружение подобной находки во время проведения операции без предварительного тщательного обследования пациента может создать определенные технические сложности для хирурга.

Ключевые слова: *вариантная анатомия, дуга аорты, брахиоцефальные артерии, «бычья дуга», aberrantная левая позвоночная артерия.*

Для цитирования: Мурашов О. В., Иванова Н. В., Командресова Т. М., Бегун М. С., Наседкин А. Г., Ищенко О. С., Луппо М. Д. Редкий случай двойной вариации ветвей дуги аорты («бычьей дуги» и aberrantной левой позвоночной артерии) // Вестник НовГУ. 2025. 2 (140). 191–202. DOI: 10.34680/2076-8052.2025.2(140).191-202

Research Article

A RARE CASE OF DOUBLE VARIATION OF THE AORTIC ARCH («BOVINE ARCH» AND ABERRANT LEFT VERTEBRAL ARTERY)

Murashov O. V., Ivanova N. V., Komandresova T. M., Begun M. S.,
Nasedkin A. G., Ishchenko O. S., Luppo M. D.

Pskov State University (Pskov, Russia)

Abstract. The aim of this study was to examine the variant anatomy of the brachiocephalic arteries and their branches with the registration of the most known morphometric parameters. The study material was impersonal computerized tomography angiograms of a rare case of variant anatomy of the brachiocephalic arteries of a 58-year-old female. During our work we identified such a phenomenon as «bovine arch» and aberrant left vertebral artery branching off from the aortic arch. The discovery of such a finding during surgery without a thorough preliminary examination of the patient can create certain technical difficulties for the surgeon.

Keywords: *variant anatomy, aortic arch, brachiocephalic arteries, «bovine arch», aberrant left vertebral artery.*

For citation: Murashov O. V., Ivanova N. V., Komandresova T. M., Begun M. S., Nasedkin A. G., Ishchenko O. S., Luppo M. D. A rare case of double variation of the aortic arch («bovine arch» and aberrant left vertebral artery) // Vestnik NovSU. 2025. 2 (140). 191–202. DOI: 10.34680/2076-8052.2025.2(140).191-202

Введение

Ветви дуги аорты (ДА), или так называемые брахиоцефальные артерии (БЦА), – это крупные сосуды, отходящие от дуги аорты и участвующие в кровоснабжении головы, шеи, груди и верхних конечностей, являющиеся магистральными артериями для кровоснабжения головного мозга. Они могут быть подвержены открытым и закрытым повреждениям, атеросклеротическим поражениям, тромбозу, эмболии, стенозу и различным аномалиям развития [1–7].

Описание вариантной анатомии ДА и ее ветвей широко представлено как в отечественной, так и зарубежной литературе. Наиболее часто наблюдаются «бычья дуга» (БД) и aberrantная левая позвоночная артерия (АЛПА), частота встречаемости которых может достигать до 37,8% и 14,8% соответственно [8, 9].

Знания о вариантной анатомии дуги аорты и ее ветвей имеют большую клиническую значимость для хирурга [10]. Так, А. А. Шаданов и соавторы подчеркивают важность такой информации при планировании реконструктивной операции на ДА при ее расслоении и резекции аневризмы, диагностируемой в области дуги и нисходящего отдела аорты, с целью предупреждения возможных осложнений [11]. Б. Н. Козлов и соавторы чаще диагностировали аневризму грудной аорты у пациентов с БД, чем у таковых с классическим ее ветвлением [12]. Пациенты с БД имеют предрасположенность к расслоению аорты [13].

В статье [14] авторы сообщают о том, что комбинация БД с коарктацией аорты может обусловить технические трудности для хирурга и явиться причиной рекоарктации аорты после проведения реконструктивной операции. Так, по данным [15], риск рекоарктации аорты после реконструктивной операции составляет при классической вариантной дуге аорты 5,7%, при БД – 28,5%.

Не тщательно проведенное обследование пациента может стать причиной возникновения технических трудностей во время проведения операции в области расположения БЦА.

Изучению вариантной анатомии БЦА и их ветвей посвящен целый ряд исследований [16–24]. Между тем в литературе не часто можно встретить описание случаев обнаружения двойных вариаций БЦА. Так, по данным литературных источников, частота встречаемости двойных вариаций, представленных БД и АЛПА, составляет 0,8–2,13% [25, 26].

Клинический пример

После прохождения компьютерно-томографической (КТ) ангиографии ДА и БЦА в Псковской областной клинической больнице 58-летней пациентке был поставлен диагноз «Стеноз правой позвоночной артерии» (30%).

На представленных для исследования обезличенных снимках БЦА была выявлена вариантная анатомия ДА с отхождением от нее трех ветвей в следующем

порядке: БД или общий ствол (ОС) для плечевого ствола (ПС) и левой общей сонной артерии (ЛОСА), АЛПА и левая подключичная артерия (ЛПА). ПС имел классическую бифуркацию с делением на правую подключичную артерию (ППА) и правую общую сонную артерию (ПОСА) (рисунок 1).



Рисунок 1. Отхождение трех ветвей от ДА: ОС для ПС и ЛОСА, АЛПА и ЛПА (обезличенный снимок КТ ангиограммы 58-летней женщины)

Проведенное измерение морфометрических параметров артерий исследуемой области показало, что ДА имела диаметр 21,1 мм и угол ее кривизны относительно коронарной плоскости, равный 44,9 град. Диаметры отходящих от дуги аорты БД, АЛПА и ЛПА составили 17,1 мм, 2,58 мм и 7,85 мм, соответственно. Диаметры ветвей, отдаваемых БД, равнялись 9,89 мм для ПС и 5,28 мм для ЛОСА. ПС разветвлялся на ППА диаметром 6,02 мм и ПОСА диаметром 5,24 мм.

Длина БД составила 1,48 см, а его ветви имели длину 1,6 см для ПС и 10,2 см для ЛОСА. ППА и ПОСА были длиной 9,42 см и 8,63 см соответственно.

БД и ПС начинались справа относительно средней позвоночной линии на расстоянии 13,4 мм и 12,2 мм соответственно. Начало ЛОСА находилось на средней позвоночной линии, а АЛПА и ЛПА слева от нее в 6,01 мм и 10,7 мм соответственно.

Величина угла ответвления от ДА для БД составила 56,9 град., для АЛПА – 60,7 град. и для ЛПА – 73,1 град.

В процессе проведения морфометрии БЦА были сделаны скриншоты с экрана компьютера (рисунки 2–4).



Рисунок 2. Угол кривизны ДА относительно коронарной плоскости (обезличенный снимок КТ ангиограммы 58-летней женщины)

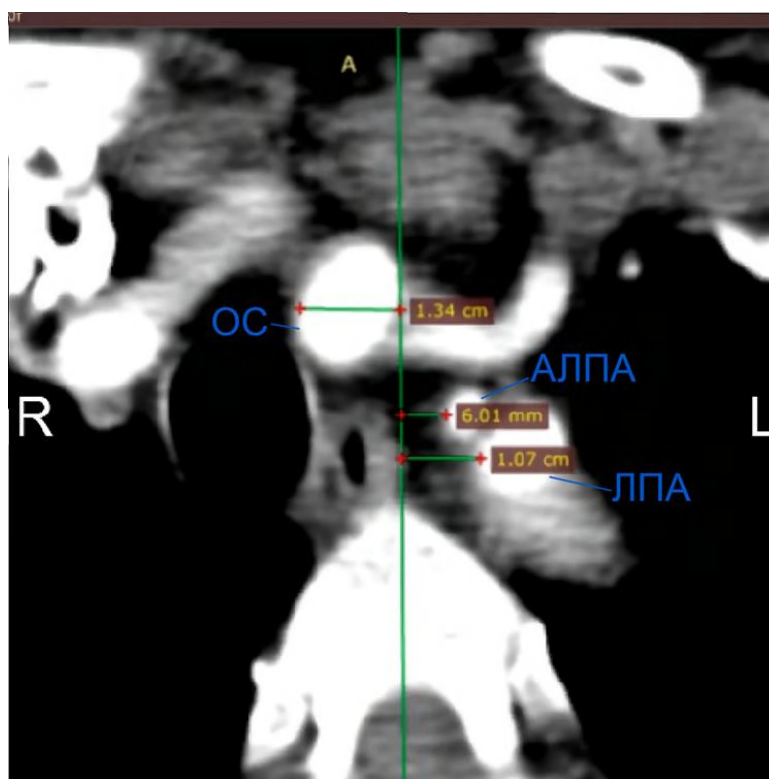


Рисунок 3. Расстояние начала БЦА относительно средней позвоночной линии (обезличенный снимок КТ ангиограммы 58-летней женщины)

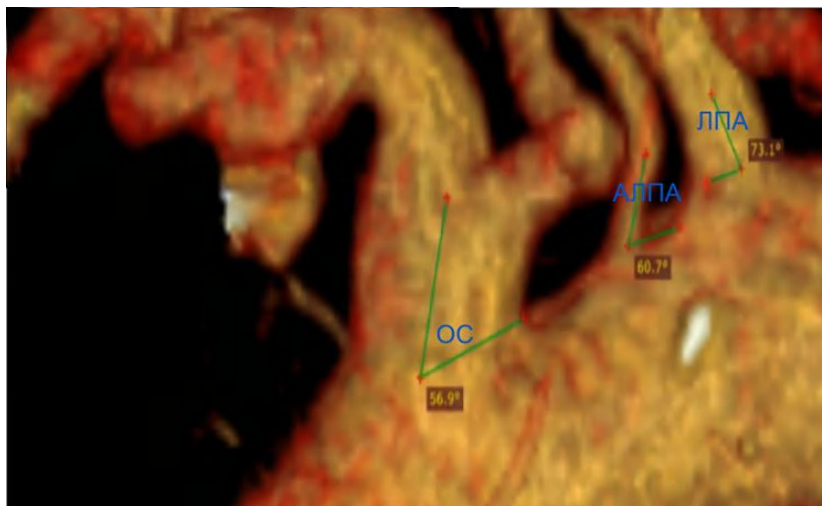


Рисунок 4. Величины углов ответвления БЦА от дуги аорты (обезличенный снимок КТ ангиограммы 58-летней женщины)

Обсуждение

Результаты выполненных измерений на БЦА и их ветвях были представлены в таблице (таблица 1). Для сравнения в нее были включены морфометрические параметры, опубликованные другими авторами.

Как следует из таблицы 1, у пациентки Н., 58 лет, показатели диаметров БД, отдаваемых ею ветвей (ПС, ЛОСА), ПОСА и правой позвоночной артерии ниже значений, регистрируемых другими авторами. Диаметр АЛПА соответствует нижней границе условной нормы и определяется сужение просвета (стеноз) правой позвоночной артерии.

Обнаруженные нами БД и АЛПА являются не редкими находками при обследовании пациентов, проведении операции или аутопсии, но чаще всего они описываются как отдельные вариации. Описание этих двух вариаций можно найти в работах целого ряда отечественных и зарубежных авторов. Между тем обращает на себя внимание резко разнящаяся частота их встречаемости у разных авторов. Так, турецкие исследователи, изучившие компьютерные ангиограммы 1026 человек, наблюдали вариантную анатомию ветвей ДА у 23,88% пациентов, среди которых БД составила 17,6% [25]. Между тем в исследовании [27], в котором участвовало 4000 человек из Южной Индии, вариации были выявлены всего у 27 человек или 0,67% от общего числа случаев. При этом БД была описана только в одном случае, что составило всего 0,025%.

Наиболее высокие показатели частоты встречаемости БД приводят авторы из Южной Кореи [28] и [14] из США, составляющие 25,7% и 32,67% соответственно. В то же самое время другие исследователи из этих же стран из Южной Кореи [29] и из США [30] приводят невысокие цифры, равные 0,9% и 1,6% соответственно. Очевидные различия частоты встречаемости БД у населения, проживающего на территории одной и той же страны, позволяют сделать предположение о возможном влиянии факторов окружающей среды.

Таблица 1. Морфометрические показатели БЦА и их ветвей

Измеряемый параметр	Показатель измерения пациентки	Результаты измерения других авторов
Диаметр ДА (мм)	21,1 мм	20,0 мм [16]
Диаметр БД (мм)	17,1 мм	от 25,0 мм до 40,0 мм [17]
Диаметр ПС (мм)	9,89 мм	17,97 ± 3.85 мм (от 10,0 мм до 25,0 мм) [17]
Диаметр ЛОСА (мм)	5,28 мм	9,77±1.91 мм (от 6,0 мм до 15,0 мм) [17]
Диаметр ЛПА (мм)	7,85 мм	14,33 ± 13.09 мм (от 7,0 мм до 20,0 мм) [17]
Диаметр ППА (мм)	6.02 мм	5,0 мм [18]
Диаметр ПОСА (мм)	5.24 мм	6,0 мм [16]
Диаметр АЛПА (мм)	2,58 мм	Условная норма диаметра позвоночной артерии варьирует от 2,5–2,8 мм до 3,8–3,9 мм, а для диагностики гипоплазии используются два критерия гипоплазии – размер, употребляемый чаще, и это менее 2,0 мм, и второй критерий (употребляется реже) – 2,5 мм [19]
Диаметр правой позвоночной артерии (мм)	1,63 мм	
Длина БД (см)	1,48 см	от 10,00 до 26,00 мм [17]
Длина ПС (см)	1,6 см	3,25 см (средняя величина) [20]
Длина ЛПА (см)	10,2 см	от 7,5 см до 17,0 см (среднее значение 10,07 +/- 1,22) [21]
Длина ЛПА (см)	8,45 см	9,0 см [22]
Длина ППА (см)	9,42 см	6,0 см [22]
Длина ПОСА (см)	8,63 см	от 7,58 см до 17,0 см (10,07 +/-1,22) [21]
Расстояние начала БД относительно средней позвоночной линии (мм)	13,4 мм справа от средней позвоночной линии	от 9,0 мм до 20,0 мм справа от средней позвоночной линии [17]
Расстояние начала ПС относительно средней позвоночной линии (мм)	12,2 мм справа от средней позвоночной линии	0,92 мм справа от средней позвоночной линии [20] 9,33 ± 4,66 мм справа от средней позвоночной линии (от 0,0 мм до 20,0 мм) [17] 28,5% слева от средней позвоночной линии [23]
Расстояние начала ЛОСА относительно средней позвоночной линии (мм)	На средней позвоночной линии	12,3 мм слева от средней позвоночной линии [20] 9,90 ± 5,28 мм слева от средней позвоночной линии [17]
Расстояние начала АЛПА относительно средней позвоночной линии (мм)	6,01 мм слева от средней позвоночной линии	информация не обнаружена
Расстояние начала ЛПА относительно средней позвоночной линии (мм)	10,7 мм слева от средней позвоночной линии	22,8 мм слева от средней позвоночной линии [20] 25,73 ± 7,53 мм (12,0 мм до 40,0 мм) [17]
Величина угла кривизны ДА относительно коронарной плоскости (градусы)	44,9 град.	62,2 град. (средняя величина) [20]
Величина угла ответвления БД от ДА (градусы)	56,9 град.	информация не обнаружена
Величина угла ответвления АЛПА от ДА (градусы)	60,7 град.	информация не обнаружена
Величина угла ответвления ЛПА от ДА (градусы)	73,1 град.	63,8 град. (средняя величина) [20]

Та же самая тенденция наблюдается и с частотой встречаемости АЛПА. Так, наименьший ее показатель можно отметить в исследовании [27], где на 4 000 пациентов был зафиксирован всего 1 случай (0,025%) такой вариации. Напротив, в исследовании [9] указано, что при препарировании только 27 трупов обнаружили 4 случая АЛПА, что составило 14,8%.

В [31] авторы высказали предположение о том, что причиной такой вариации могут быть факторы окружающей среды. Свое заявление они подтвердили результатами проведенного ими исследования 81 трупа европеоидной расы современных жителей Южной Австралии, среди которых 43 родились и проживали на этой территории, а 38 некогда мигрировали сюда из других мест. Как показали результаты выполненной ими работы, все 6 наблюдаемых ими вариантных случаев, представленных АЛПА, были обнаружены у 6 родившихся именно на территории Южной Австралии, что составило 7,41% от всей исследуемой группы или 13,95% вариаций, выявленных у коренных жителей.

Наблюдаемая нами двойная вариация была выявлена у женщины, и как следует из анализа опубликованных данных, частота встречаемости БД и АЛПА незначительно выше у женщин, чем у мужчин. Частота встречаемости этих двух вариаций представлена в таблицах 2–3.

Таблица 2. Частота встречаемости БД у мужчин и женщин

Литература	Страна	Частота встречаемости «бычьей дуги» (%)	
		Мужчины	Женщины
Açar G., Çiçekcibaşı A. E., Uysal E., Koplay M., 2022 [25]	Турция	7,3	8,7
Karacan A., Türkvatan A., Karacan K., 2014 [24]	Турция	14,1	14,1

Таблица 3. Частота встречаемости АЛПА у мужчин и женщин разных стран

Литература	Страна	Частота встречаемости аберрантной левой позвоночной артерии» (%)	
		Мужчины	Женщины
Indumathi S., Sudha S., Rajila H. S., 2010 [10]	Южная Индия	2,17	7,4
Açar G., Çiçekcibaşı A. E., Uysal E., Koplay M., 2022 [25]	Турция	0,35	2,9
Einstein E. H., Song L. H., Villela N. L. A., Fasani–Felberg G. B., Jacobs J. L., Kim D. O., 2016 [9]	США	-	14,8
Karacan A., Türkvatan A., Karacan K., 2014 [24]	Турция	4,1	4,1

Заключение

Описанная двойная вариация ветвей дуги аорты является редкой находкой, которая может быть случайно обнаружена при проведении обследования пациента. Клиническая значимость выявленной нами двойной вариации заключается в том, что у таких пациентов повышается риск возникновения непредвиденных технических трудностей во время оперирования. Данное обстоятельство требует от лечащего врача более тщательного обследования пациента с целью избежания возможных технических ошибок и осложнений.

Список литературы

1. Шкурин В. Ф., Мурашов О. В. Временная остановка кровотечения. Псков: ОЦНТ, 2002. 60 с.
2. Иванов В. А., Дмитращенко А. А., Иванов А. В., Кляншин А. А. Традиционная и компьютерно-томографическая ангиография в диагностике сосудистых повреждений шеи // Диагностическая и интервенционная радиология. 2019. 13 (1). 50–58. DOI: 10.25512/DIR.2019.13.1.06
3. Покровский А. В. (ред.). Клиническая ангиология: руководство для врачей: в 2 т. Т. 1. Москва: Медицина, 2004. 808 с.
4. Gossage J. A., Ali T., Chambers J., Burnand K. G. Peripheral arterial embolism: prevalence, outcome, and the role of echocardiography in management // Vascular and endovascular surgery. 2006. 40 (4). 280–286. DOI: 10.1177/1538574406291820
5. Огнерубов Н. А., Антипова Т. С. Аберрантная правая подключичная артерия (arteria lusoria): описание случая // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. 2017. 22 (6–2). 1473–1477. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-6-1473-1477
6. Ванюркин А. Г., Соболева А. В., Сусанин Н. В., Белова Ю. К., Соловьев В. А., Чернявский М. А. Эндоваскулярное лечение многоуровневых поражений брахиоцефальных артерий у асимптомных пациентов: серия клинических случаев // Патология кровообращения и кардиохирургия. 2022. 26 (4). 52–59. DOI: 10.21688/1681-3472-2022-4-52-59
7. DeCarlo C., Tanious A., Boitano L. T., Mohebali J., Stone D. H., Clouse W. D., Conrad M. F. Simultaneous treatment of common carotid lesions increases the risk of stroke and death after carotid artery stenting // Journal of vascular surgery. 2021. 74 (2). 592–598. DOI: 10.1016/j.jvs.2020.12.089
8. Williams G. D., Edmonds H. W. Variations in the arrangement of the branches arising from the aortic arch in American whites and negroes // Anatomical record. 1935. 62. 139–146. DOI: 10.1002/ar.1090620203
9. Einstein E. H., Song L. H., Villela N. L. A., Fasani-Felberg G. B., Jacobs J. L., Kim D. O. Anomalous origin of the left vertebral artery from the aortic arch // Aorta (Stamford). 2016. 4 (2). 64–67. DOI: 10.12945/j.aorta.2015.15.022
10. Indumathi S., Sudha S., Rajila H. S. Aortic arch and variations in its branching pattern // Journal of clinical and diagnostic research. 2010. 4 (5). 3134–3143.
11. Шаданов А. А., Сирота Д. А., Берген Т. А., Ляшенко М. М., Чернявский А. М. Анатомическая вариабельность строения дуги и грудного отдела аорты и ее влияние на патологические состояния аорты // Патология кровообращения и кардиохирургия. 2020. 24 (4). 72–82. DOI: 10.21688/1681-3472-2020-4-72-82

12. Козлов Б. Н., Панфилов Д. С., Петракова Е. А. Ассоциация вариантной анатомии дуги аорты с аортальными состояниями // Минимально инвазивная сердечно-сосудистая хирургия. 2023. 2 (1). 18–23.
13. Hornick M., Moomiaie R., Mojibian H., Ziganshin B., Almuwaqqat Z., Lee E. S., Rizzo J. A., Tranquilli M., Elefteriades J. A. «Bovine» aortic arch – a marker for thoracic aortic disease // *Cardiology*. 2012. 123 (2). 116–124. DOI: 10.1159/000342071
14. Meyer A. M., Turek G. W., Froud J., Edelman L. A., Cavanaugh N. B., Torre J., Ravi Ashwath R. Insight into arch vessel development in the bovine aortic arch // *Pediatric cardiology*. 2019. 40 (7). 1445–1449. DOI: 10.1007/s00246-019-02156-6
15. Turek J. W., Conway B. D., Cavanaugh N. B., Meyer A. M., Aldos A., Reinking B. E., El-Hattab A., Rossi N. P. Bovine arch anatomy influences recoarctation rates in the era of the extended end-to-end anastomosis // *Journal of thoracic and cardiovascular surgery*. 2018. 155 (3). 1178–1183. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2017.10.055
16. Калиниченко В. М., Благоднарова И. О. Редкий вариант развития и строения дуги аорты и ее ветвей // *Морфология*. 2009. 136 (4). 69а.
17. 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
18. 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.
19. Книга В. В., Бирюкбаева Г. Н., Кузьмина А. Ю. Распространенность гипоплазии позвоночной артерии и ее клиническая значимость у пилотов старшей возрастной группы // *Лечащий врач*. 2016. 7. 28–32.
20. Shin Y., Chung Y., 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
21. Кан И. В., Самотесов П. А., Левенец А. А. Конституциональные особенности строения магистральных сосудов шеи мужчин // *Сибирское медицинское обозрение*. 2011. 2 (68). 51–54.
22. Barral J.-P., Croibier A. *Visceral vascular manipulations*. Oxford: Churchill Livingstone, Elsevier, 2011. 269 p.
23. 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
24. Karacan A., Türkvaan 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
25. 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. 97 (1). 65–78. DOI: 10.1007/s12565-021-00627-6
26. Açar M., Ulusoy M., Zararsiz I., Efe D. Anatomical variations in the branching of human aortic arch // *Biomedical research*. 2013. 24 (4). 531–535.
27. Pandalai U., Pillay M., Moorthy S., Sukumaran T. T., Ramakrishnan S., Gopalakrishnan A., Krishnan A., Pillai A. K. G. Anatomical variations of the aortic arch: a computerized tomography-based study // *Cureus*. 2021. 13 (2). e13115. DOI: 10.7759/cureus.13115

28. Ogengo'o J. A., Olabu B. O., Gatonga P. M., Munguti J. K. Branching pattern of aortic arch in a Kenyan population // Journal of morphological sciences. 2010. 27 (2). 51–55.
29. Rekha P., Senthilkumar S. A study on branching pattern of human aortic arch and its variations in South Indian population // Journal of morphological sciences. 2013. 30 (1). 11–15.
30. 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
31. 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 morphologica (warsz). 2005. 64 (3). 217–223.

References

1. Shkurin V. F., Murashov O. V. Temporary bleeding control. Pskov: OTSNT Publ., 2002. 60 p. (In Russian).
2. Ivanov V. A., Dmitraschenko A. A., Ivanov A. V., Klyanshin A. A. Traditional and computed tomographic angiography in the diagnosis of vascular neck injuries // Diagnostic and interventional radiology. 2019. 13 (1). 50–8. DOI: 10.25512/DIR.2019.13.1.06 (In Russian).
3. Pokrovskiy A. V. (ed.). Clinical Angiology: a guide for doctors: in 2 vols. Vol. 1. Moscow: Medicine Publ., 2004. 808 p. (In Russian).
4. Gossage J. A., Ali T., Chambers J., Burnand K. G. Peripheral arterial embolism: prevalence, outcome, and the role of echocardiography in management // Vascular and endovascular surgery. 2006. 40 (4). 280–286. DOI: 10.1177/1538574406291820
5. Ognerubov N. A., Antipova T. S. Aberrant right subclavian artery (*arteria lusoria*): case description // Vestnik of Tambov university. Series Natural and technical sciences. 2017. 22 (6-2). 1473–1477. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-6-1473-1477 (In Russian).
6. Vanurkin A. G., Soboleva A. V., Susanin N. V., Belova U. K., Solov'yov V. A., Chernyavskiy M. A. Endovascular treatment of multilevel lesions of the brachiocephalic arteries in asymptomatic patients: a series of clinical cases // Pathology of blood circulation and cardiac surgery. 2022. 26 (4). 52–59. DOI: 10.21688/1681-3472-2022-4-52-59 (In Russian).
7. DeCarlo C., Tanious A., Boitano L. T., Mohebali J., Stone D. H., Clouse W. D., Conrad M. F. Simultaneous treatment of common carotid lesions increases the risk of stroke and death after carotid artery stenting // Journal of vascular surgery. 2021. 74 (2). 592–598. DOI: 10.1016/j.jvs.2020.12.089
8. Williams G. D., Edmonds H. W. Variations in the arrangement of the branches arising from the aortic arch in American whites and negroes // Anatomical record. 1935. 62. 139–146. DOI: 10.1002/ar.1090620203
9. Einstein E. H., Song L. H., Villela N. L. A., Fasani-Felberg G. B., Jacobs J. L., Kim D. O. Anomalous origin of the left vertebral artery from the aortic arch // Aorta (Stamford). 2016. 4 (2). 64–67. DOI: 10.12945/j.aorta.2015.15.022
10. Indumathi S., Sudha S., Rajila H. S. Aortic arch and variations in its branching pattern // Journal of clinical and diagnostic research. 2010. 4 (5). 3134–3143.
11. Shadanov A. A., Sirota D. A., Bergen T. A., Lyashenko M. M., Chernyavsky A. M. Anatomical variability of the structure of the arch and thoracic aorta and

its effect on the pathological conditions of the aorta // Pathology of blood circulation and cardiac surgery. 2020. 24 (4). 72–82. DOI: 10.21688/1681-3472-2020-4-72-82 (In Russian).

12. Kozlov B. N., Panfilov D. S., Petrakova E. A. Association of variant anatomy of the aortic arch with aortic conditions // Minimally invasive cardiovascular surgery. 2023. 2 (1). 18–23. (In Russian).

13. Hornick M., Moomiaie R., Mojibian H., Ziganshin B., Almuwaqqat Z., Lee E. S., Rizzo J. A., Tranquilli M., Elefteriades J. A. «Bovine» aortic arch – a marker for thoracic aortic disease // Cardiology. 2012. 123 (2). 116–124. DOI: 10.1159/000342071

14. Meyer A. M., Turek G. W., Froud J., Edelman L. A., Cavanaugh N. B., Torre J., Ravi Ashwath R. Insight into arch vessel development in the bovine aortic arch // Pediatric cardiology. 2019. 40 (7). 1445–1449. DOI: 10.1007/s00246-019-02156-6

15. Turek J. W., Conway B. D., Cavanaugh N. B., Meyer A. M., Aldos A., Reinking B. E., El-Hattab A., Rossi N. P. Bovine arch anatomy influences recoarctation rates in the era of the extended end-to-end anastomosis // Journal of thoracic and cardiovascular surgery. 2018. 155 (3). 1178–1183. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2017.10.055

16. Kalinichenko V. M., Blagonravova I. O. A rare variant of the development and structure of the aortic arch and its branches // Morphology. 2009. 136 (4). 69a. (In Russian).

17. 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

18. Graudina V. E., Zulfigarova B. T., Kostina I. V., Ausheva F. I., Botez L. S. Anomaly of development of branches of the aortic arch with complete STEAL syndrome: a clinical case of a rare diagnostic finding // International journal of heart and vascular diseases. 2022. 10 (33). 39–46. (In Russian).

19. Kniga V. V., Biruyukbava G. N., Kuz'mina A. Yu. Prevalence of vertebral artery hypoplasia and its clinical significance in pilots of the older age group // Lechashchiy vrach. 2016. 7. 28–32. (In Russian).

20. Shin Y., Chung Y., 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

21. Kan I. V., Samotesov P. A., Levenets A. A. Constitutional features of the structure of the main vessels of the neck of men // Siberian Medical Review. 2011. 2 (68). 51–54. (In Russian).

22. Barral J.-P., Croibier A. Visceral Vascular Manipulations. Oxford: Churchill Livingstone, Elsevier, 2011. 269 p.

23. 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

24. Karacan A., Türkvan 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

25. 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. 97 (1). 65–78. DOI: 10.1007/s12565-021-00627-6

26. Açar M., Ulusoy M., Zararsiz I., Efe D. Anatomical variations in the branching of human aortic arch // Biomedical research. 2013. 24 (4). 531–535.

27. Pandalai U., Pillay M., Moorthy S., Sukumaran T. T., Ramakrishnan S., Gopalakrishnan A., Krishnan A., Pillai A. K. G. Anatomical variations of the aortic arch:

a computerized tomography-based study // Cureus. 2021. 13 (2). e13115. DOI: 10.7759/cureus.13115

28. Ogengo'o J. A., Olabu B. O., Gatonga P. M., Munguti J. K. Branching pattern of aortic arch in a Kenyan population // Journal of morphological sciences. 2010. 27 (2). 51–55.

29. Rekha P., Senthilkumar S. A study on branching pattern of human aortic arch and its variations in South Indian population // Journal of morphological sciences. 2013. 30 (1). 11–15.

30. 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

31. 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 morphologica (warsz). 2005. 64 (3). 217–223.

Информация об авторах

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

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

Командресова Татьяна Михайловна – кандидат биологических наук, доцент, Псковский государственный университет (Псков, Россия), ORCID: 0000-0001-5317-7617, tatmyh005@mail.ru

Бегун Михаил Семенович – кандидат медицинских наук, доцент, Псковский государственный университет (Псков, Россия), ORCID: 0009-0005-3459-7671, begunms@yandex.ru

Наседкин Андрей Генрихович – старший преподаватель, Псковский государственный университет (Псков, Россия), ORCID: 0009-0004-1242-3868, anasedkin70@yandex.ru

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

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