

Морфофункциональная характеристика морфометрических параметров дуги аорты и её ветвей плода крупного рогатого скота

Д. С. Былинская✉, кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры «Анатомия животных»
Н. В. Зеленовский, доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры «Анатомия животных»
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»,
196084, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, 5
✉goldberg07@mail.ru

Резюме. Цель исследования – изучить особенности ангиоархитектоники дуги аорты у плода теленка, дать артериям морфометрическую характеристику. Материалом для исследования послужили абортинированные на девятом месяце стельности плоды ($n=5$) коров черно-пестрой породы. Ведущим методом исследования было выбрано тонкое анатомическое препарирование, предварительно инъецированного латексом сосудистого русла. Морфометрию проводили при помощи электронного штангенциркуля и под микроскопом МБС-10. Установлено, что плечеголовная ствол является единственной ветвью, отходящей от дуги аорты. Распределение крови из него происходит асимметрично: основной поток направляется в плечеголовную артерию (92,37 % от диаметра плечеголовного ствола), меньший – в левую подключичную артерию (49,33 %). Асимметрия отмечается и в распределении крови из плечеголовной артерии: большая часть крови направляется в ствол общих сонных артерий (82,35 % от диаметра плечеголовной артерии), меньшая в правую подключичную артерию (64,71 %). Диаметр правой подключичной артерии в 1,23 раза превышает аналогичный показатель артерии левой половины, что указывает на различную гемодинамическую нагрузку. Подключичные артерии симметрично отдают 4 ветви: реберно-шейный и плечешейный стволы, внутреннюю и наружную грудные артерии. Наибольший относительный диаметр характерен для реберно-шейного ствола (65,35 %), что связано с его ролью в кровоснабжении органов головы через позвоночную артерию. Последняя имеет максимальный диаметр (128,75 % от диаметра реберно-шейного ствола) и играет ключевую роль в формировании вертебро-базилярного бассейна кровоснабжения головного мозга. Установлено, что в плоскости пятого ребра в аорту вливается артериальный проток, диаметр которого занимает 65,03 % от диаметра дуги аорты. После чего калибр аорты увеличивается в 1,05 раза и достигает значения в $14,82 \pm 3,61$ мм.

Ключевые слова: аорта, плечеголовной ствол, подключичные артерии, позвоночная артерия, морфометрия, плод.
Для цитирования: Былинская Д. С., Зеленовский Н. В. Морфофункциональная характеристика морфометрических параметров дуги аорты и её ветвей плода крупного рогатого скота // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. № 2 (74). С. 89-94. doi:10.18286/1816-4501-2026-2-89-94

Morphofunctional characteristics of morphometric parameters of the aortic arch and its branches of cattle fetus

D. S. Bylinskaya✉, **N. V. Zelenevsky**
Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine
196084, Saint Petersburg, st. Chernigovskaya, 5
✉goldberg07@mail.ru

Abstract. The aim of the study was to investigate the angioarchitectonic features of the aortic arch of fetal calves and to characterize the arteries morphometrically. The study sample consisted of fetuses ($n=5$) aborted in the ninth month of pregnancy from Black-and-White cows. The primary method of the study was fine anatomical dissection of the vascular bed, previously injected with latex. Morphometry was performed using an electronic caliper and an MBS-10 microscope. It was found that the brachiocephalic trunk is the only branch extending from the aortic arch. Blood distribution is asymmetrical: the majority of the blood flows into the brachiocephalic artery (92.37% of the brachiocephalic trunk diameter), while a smaller portion flows into the left subclavian artery (49.33%). Asymmetry is also observed in the distribution of blood from the brachiocephalic artery: most of the blood is directed into the trunk of the common carotid arteries (82.35% of the brachiocephalic artery diameter), while a less portion is directed into the right subclavian artery (64.71%). The diameter of the right subclavian artery is 1.23 times greater than that of the left artery, indicating different hemodynamic loads. The subclavian arteries symmetrically give off four branches: the costocervical and brachiocervical trunks, and the internal and external thoracic arteries. The costocervical trunk has the largest relative diameter (65.35%), which is associated with its role in the blood supply to the head organs via the vertebral artery. The latter has the maximum diameter (128.75% of the costocervical trunk diameter) and plays a key role in formation of the vertebrobasilar blood supply basin of the brain. It was established that the ductus arteriosus, whose diameter accounts for 65.03% of the aortic arch diameter, enters the aorta in the plane of the fifth rib. After this, the aortic caliber increases by 1.05 times, reaching 14.82 ± 3.61 mm.
Keywords: aorta, brachiocephalic trunk, subclavian arteries, vertebral artery, morphometry, fetus.

For citation: Bylinskaya D. S., Zelenevsky N. V. Morphofunctional characteristics of morphometric parameters of the aortic arch and its branches of cattle fetus // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2026.2 (74): 89-94 doi:10.18286/1816-4501-2026-2-89-94

Введение

Изучение сердечно-сосудистой системы всегда находится в поле зрения морфологов и физиологов [1, 2]. Ход и ветвление кровеносных сосудов подчиняются общим закономерностям. Однако, применение общих сведений на практике становится затруднительным в силу видовых, возрастных и индивидуальных особенностей архитектоники сосудистого русла. У всех млекопитающих имеется левая дуга аорты, выходящая из левого желудочка сердца. Остатком правой дуги аорты является правая подключичная артерия, которая может отходить от плечеголовной артерии, плечеголовного ствола или самостоятельно от дуги аорты [3, 4]. Гемодинамические условия, возникающие при систоле левого желудочка сердца, обуславливают порядок отхождения сосудов от дуги аорты. Так, у жвачных животных единственной её ветвью является плечеголовной ствол. Именно он обеспечивает васкуляризацию органов и тканей головы, шеи, части грудной клетки и грудных конечностей [5].

Во внутриутробный период развития система кровообращения имеет свои морфологические особенности (отсутствие газообмена в легких, плацентарное кровообращение, смещения циркулирующей крови) [6], что несомненно влияет на архитектонику и морфометрическую характеристику артериального русла. Система кровообращения плода обеспечивает поступление большого количества кислорода к органам головы и в первую очередь к головному мозгу. В виду этого, особенно актуальным становится изучение сосудов, отходящих от дуги аорты.

Цель исследования – изучить особенности ангиоархеитектоники дуги аорты у плода теленка, дать артериям морфометрическую характеристику.

Материалы и методы

Материалом для исследования послужили абортрованные на девятом месяце стельности плоды (n=5) коров черно-пёстрой породы, доставленные на кафедру анатомии животных СПбГУВМ из хозяйств Ленинградской области. Аборты носили неинфекционный генез.

Ведущим методом исследования было выбрано тонкое анатомическое препарирование. Предварительно, до проведения препарирования сосудистое русло заполняли натуральным жидким латексом (ResinArt, Россия) [7]. Инъекцию сосудистого русла осуществляли через пупочную артерию, не нарушая целостности тела плода. После инъекции объекты исследования помещали в холодильную камеру на 4...6 часов при температуре 4 °С. Далее выдерживали в 10 % забуференном растворе формалина 3...5 суток и подвергали тонкому анатомическому препарированию. Морфометрию дуги аорты и её ветвей проводили при помощи электронного штангенциркуля (Stainless Hardened, 0,01, Китай) и под микроскопом

МБС-10 (КОМЗ, Россия). При анализе полученных морфометрических значений были рассчитаны описательные статистические данные (среднее значение, стандартное отклонение) [8]. При указании анатомических терминов использовали международную ветеринарную анатомическую номенклатуру пятой редакции.

Результаты

Аорта (aortae) выходит из левого желудочка сердца в плоскости четвертого ребра. Её диаметр не одинаков на всем протяжении и составляет в среднем $14,07 \pm 3,36$ мм. Наибольший диаметр имеет луковица аорты (bulbus aortae), где её внутренний диаметр составляет $16,52 \pm 0,22$ мм.

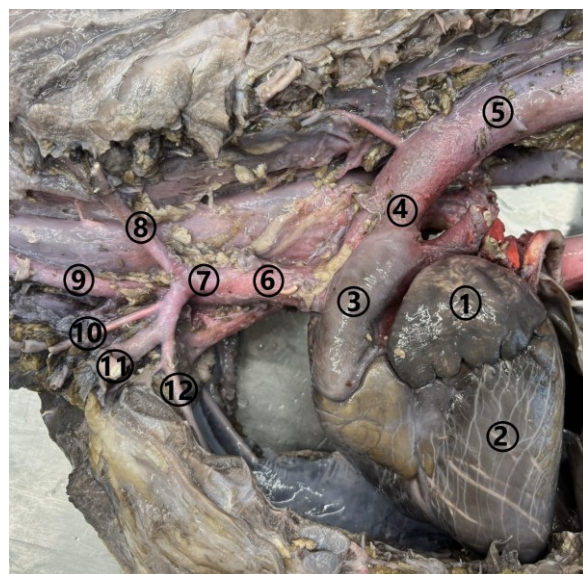


Рис. 1. Артерии области основания сердца плода крупного рогатого скота. Тонкое анатомическое препарирование. Инъекция сосудов латексом:

1 – левое предсердие; 2 – левый желудочек; 3 – ствол легочных артерий; 4 – артериальный проток; 5 – грудная аорта; 6 – плечеголовной ствол; 7 – левая подключичная артерия; 8 – левый реберно-шейный ствол; 9 – левая общая сонная артерия; 10 – левый плечешейный ствол; 11 – левая подмышечная артерия; 12 – левая внутренняя грудная артерия.

Особенностью кровообращения плода в области аорты является наличие артериального протока (ductus arteriosus) (рис. 1). Легочный ствол (truncus pulmonaris), выходящий из правого желудочка, через $51,32 \pm 4,11$ мм трифуркационно делится на правую и левую легочные артерии и артериальный проток. Диаметр легочного ствола превышает аналогичный показатель аорты в 1,26 раза и составляет $17,70 \pm 1,02$ мм. Относительный диаметр правой легочной артерии к диаметру легочного ствола составляет 53,33 %, левой легочной артерии – 48,64 %. Диаметр артериального протока составляет $9,15 \pm 0,74$ мм, что в процентном отношении к

диаметру магистрального сосуда составляет 51,70 %. Таким образом, оценивая относительные параметры диаметров ветвей легочного ствола можно заключить, что распределение крови происходит практически равномерно.

Артериальный проток после ответвления от легочного ствола направляется каудодорсально на протяжении $11,58 \pm 1,84$ мм и в плоскости пятого ребра впадает в аорту. После этого диаметр аорты увеличивается в 1,05 раза и достигает значения в $14,82 \pm 3,61$ мм.

От дуги аорты в краниальном направлении отходит плечеголовной ствол (truncus brachiocephalicus), диаметр которого составляет $10,48 \pm 0,66$ мм. Он является значительным по протяженности магистральным сосудом, его длина составляет $34,27 \pm 2,73$ мм. Первым сосудом, отходящим от плечеголового ствола, является левая подключичная артерия (a. subclavia sinistra), после чего ствол продолжается как плечеголовная артерия (a. brachiocephalica). Последняя на расстоянии $14,35 \pm 1,11$ мм от места ответвления левой подключичной артерии отдает ствол общих сонных артерий (truncus bicaroticus) и продолжается как правая подключичная артерия (a. subclavia dextra).

Таблица 1. Диаметр магистральных ветвей плечеголового ствола плода теленка

Название артерии	Абсолютный диаметр, мм	Относительный диаметр, %*
Плечеголовной ствол	$10,48 \pm 0,66$	100
Левая подключичная артерия	$5,17 \pm 0,36$	49,33
Плечеголовная артерия	$9,86 \pm 0,91$	92,37
Ствол общих сонных артерий	$8,12 \pm 1,41$	77,48
Правая подключичная артерия	$6,38 \pm 0,44$	60,88

*Относительный диаметр рассчитан для каждой ветви отдельно относительно диаметра плечеголового ствола, принятого за 100%

Распределение крови при систоле левого желудочка у плода происходит неравномерно (табл. 1). Большая часть крови направляется в плечеголовную артерию, являющуюся артериальным коллектором, участвующим в кровоснабжении органов и тканей головы и правой грудной конечности, а меньшая часть в левую подключичную артерию. Необходимо отметить, что распределение крови между симметричными подключичными артериями также происходит неравномерно – диаметр правой подключичной артерии в 1,23 раза превышает аналогичный показатель артерии левой половины.

Ствол общих сонных артерий дихотомически делится на левую и правую общие сонные артерии (a. carotis communis sinistra et dextra), диаметр которых составляет $5,21 \pm 0,51$ и $5,09 \pm 0,41$ мм соответственно.

Ветвление подключичных артерий у плода теленка характеризуется симметричным отхождением четырех артерий (рис. 2, 3).

Первой ветвью является реберно-шейный ствол (truncus costocervicalis), усредненное значение диаметра которого составляет $3,64 \pm 0,67$ мм. Угол ответвления левого реберно-шейного ствола достигает значений 140° , тогда как правого – 110° . Ствол направляется дорсально, проходит по боковой стенке трахеи и на расстоянии $32,86 \pm 2,9$ мм отдает переднюю межреберную артерию (a. intercostalis suprema) диаметром $2,63 \pm 0,15$ мм. Второй ветвью реберно-шейного ствола является дорсальная лопаточная артерия (a. scapularis dorsalis), которая следует дорсально и на уровне позвоночно-реберного сустава разделяется на две ветви, участвующие в васкуляризации мышц области холки. Просвет дорсальной лопаточной артерии составляет 65,93 % от просвета реберно-шейного ствола и в абсолютном значении составляет $2,40 \pm 0,35$ мм.

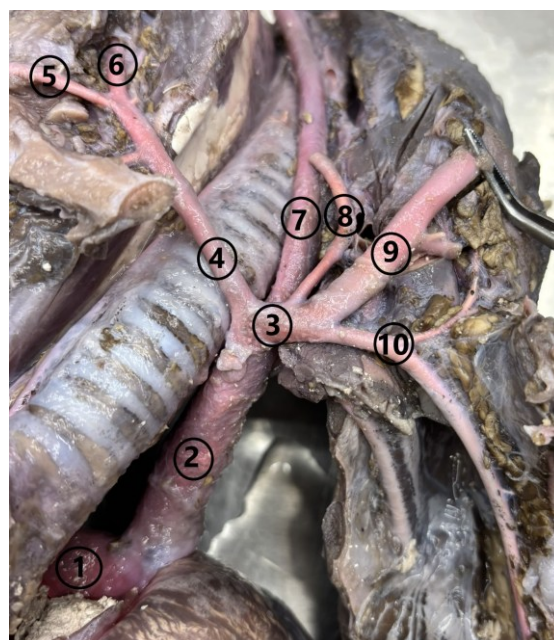


Рис. 2. Плечеголовной ствол и правая подключичная артерии плода крупного рогатого скота. Тонкое анатомическое препарирование, инъекция сосудов латексом:

1 – дуга аорты; 2 – плечеголовной ствол; 3 – правая подключичная артерия; 4 – правый реберно-шейный ствол; 5 – дорсальная лопаточная артерия; 6 – позвоночная артерия; 7 – правая общая сонная артерия; 8 – правый плечешейный ствол; 9 – правая подмышечная артерия; 10 – правая внутренняя грудная артерия.

На расстоянии $20,11 \pm 1,76$ мм от места отхождения дорсальной лопаточной артерии реберно-шейный ствол дихотомически разделяется на глубокую шейную (a. cervicalis profunda) и позвоночную (a. vertebralis) артерии. При этом следует отметить, что глубокая шейная артерия является дорсальным ответвлением, а позвоночная артерия – прямым

продолжением реберно-шейного ствола. Вероятно, это обуславливает поддержание гемодинамических условий, созданных левым желудочком во время систолы, в виду участия позвоночной артерии в формировании вертебро-базиллярного бассейна кровоснабжения головного мозга. Сравнительный морфометрический анализ указанных сосудов показывает, что диаметр позвоночной артерии в 1,93 раза превышает диаметр глубокой шейной артерии. В процентном отношении к диаметру магистрального сосуда просвет позвоночной артерии составляет 128,75 %, а глубокой шейной – 66,67 %, что еще раз подчеркивает значение позвоночной артерии как одной из артериальных магистралей васкуляризации головного мозга у плода.



Рис. 3. Плечеголовной ствол плода крупного рогатого скота. Коррозионная реплика, инъекция сосудов латексом:

1 – плечеголовной ствол; 2 – левая подключичная артерия; 3 – левый реберно-шейный ствол; 4 – левый плечешейный ствол; 5 – левая внутренняя грудная артерия; 6 – левая подмышечная артерия; 7 – плечеголовная артерия; 8 – ствол общих сонных артерия; 9 – левая общая сонная артерия; 10 – правая общая сонная артерия; 11 – правая подключичная артерия; 12 – правый реберно-шейный ствол; 13 – правый плечешейный ствол; 14 – правая внутренняя грудная артерия; 15 – правая подмышечная артерия.

После ответвления реберно-шейного ствола от подключичных артерий отходит вторая ветвь – плечешейный ствол (*truncus omocervicalis*), который участвует в васкуляризации вентральных мышц шеи и разгибателей плечевого сустава. Его диаметр составляет в среднем $1,92 \pm 0,14$ мм.

На $5,17 \pm 0,06$ мм латеральнее места ответвления плечешейного ствола от подключичных артерий отходит крупная внутренняя грудная артерия (*a.*

thoracica interna). Относительный диаметр правой внутренней грудной артерии к правой подключичной артерии составил 46,50 %, а левой – к её магистральному сосуду – 51,45 %. Внутренняя грудная артерия представляет собой значительный по протяженности сосуд, просвет которого практически не изменяется от начала до места ветвления на мышечно-диафрагмальную (*a. musculophrenica*) и краниальную надчревную артерии (*a. epigastrica cranialis*). Так, в месте отхождения средний диаметр внутренней грудной артерии составляет $2,84 \pm 0,27$ мм, а на уровне диафрагмы он незначительно уменьшается до значения $2,72 \pm 0,19$ мм.

Последней ветвью подключичных артерий является наружная грудная артерия (*a. thoracica externa*), которая огибает первое ребро и кровоснабжает расположенные здесь мышцы. Её диаметр составляет $2,52 \pm 0,31$ мм.

Для анализа относительных параметров просвета ветвей подключичных артерий были взяты усредненные диаметры одноименных артерий правой и левой сторон. Морфометрические параметры приведены в таблице 2.

Таблица 2. Средний диаметр симметричных ветвей подключичных артерий плода теленка

Название артерии	Абсолютный диаметр, мм	Относительный диаметр, %*
Подключичная артерия	$5,57 \pm 0,41$	100
Реберно-шейный ствол	$3,64 \pm 0,67$	65,35
Плечешейный ствол	$1,92 \pm 0,14$	34,47
Внутренняя грудная артерия	$2,84 \pm 0,27$	50,99
Наружная грудная артерия	$2,52 \pm 0,31$	45,24

*Относительный диаметр рассчитан для каждой ветви отдельно относительно диаметра подключичной артерии, принятого за 100%

Анализируя данные таблицы 2, можно заключить, что среди ветвей, отходящих от подключичных артерий, максимальный диаметр характерен для реберно-шейного ствола и внутренней грудной артерии, минимальный для плечешейного ствола. Это обусловлено необходимостью большего кровоснабжения органов головы и грудной полости во внутриутробный период развития.

Обсуждение

Значительное разнообразие в количестве и порядке отхождения ветвей у животных отмечается многими исследователями, и дуга аорты в подобного рода работах занимает особое место [1, 5, 9]. В зависимости от вида животного от дуги аорты ответвляется одна или несколько артерий. Для лошадей и жвачных животных характерно ответвление одной основной ветви – плечеголовного ствола. Для свиней и плотоядных животных характерно отхождение двух артерий: левой подключичной и плечеголовного ствола [10, 11, 12]. При этом номенклатурный термин

«плечеголовной ствол» ряд авторов, в виду ассиметричного расположения, предлагает заменить на термин «правый плечеголовной ствол» [13]. Три магистральные ветви (левая подключичная, плечеголовная и левая общая сонная артерии) отмечаются авторами [14] при исследовании дуги аорты у крыс. Исследования [14, 15] у некоторых представителей отряда грызуны (морские свинки и шиншиллы) показывают отличие в ветвлении дуги аорты, от нее отходит две ветви: левая подключичная артерия и плечеголовной ствол.

На сегодняшний день накоплены обширные знания в отношении анатомии аорт разных видов млекопитающих. При этом сведений в отношении морфометрических показателей существенно меньше. Именно этот факт обуславливает актуальность проведенного исследования. Данные о распределении потока крови в период пренатального развития отражают оптимизацию системы кровоснабжения головного мозга у плодов крупного рогатого скота. Это подтверждается проведенным сравнительным анализом относительных диаметров артерий, в частности, относительного диаметра ствола общих сонных артерий и позвоночной артерии.

Заключение

В ходе проведенного исследования было установлено, что плечеголовной ствол является единственной ветвью, отходящей от дуги аорты. Распределение крови из плечеголовного ствола происходит ассиметрично: большая часть крови направляется в плечеголовную артерию (92,37 % от диаметра плечеголовного ствола), меньшая - в левую подключичную артерию (49,33 %). Асимметрия отмечается и в распределении крови из плечеголовной артерии: большая часть крови направляется в ствол общих сонных артерий (82,35 % от диаметра плечеголовной артерии), меньшая - в правую подключичную артерию (64,71 %). Диаметр правой подключичной артерии в 1,23 раза превышает аналогичный показатель артерии левой половины – все это указывает на различную гемодинамическую нагрузку артерий и особенности кровоснабжения органов головы и грудной конечности плода.

Ветвление подключичных артерий у плода теленка характеризуется симметричным отхождением четырех артерий: реберно-шейного и плечешейного стволов, внутренней и наружной грудных артерий. Морфометрические параметры ветвей подключичных артерий отражают необходимость большего кровоснабжения органов и тканей головы и грудной клетки. Так, относительный диаметр реберно-шейного ствола к диаметру магистральной артерии составляет 65,35 %, тогда как аналогичный параметр плечешейного ствола 34,47 %. Среди ветвей реберно-шейного ствола максимальный калибр имеет позвоночная артерия, играющая ключевую роль в формировании вертебро-базиллярного бассейна кровоснабжения головного мозга.

Морфометрическая асимметрия магистральных сосудов дуги аорты плода теленка и особенности ветвления подключичных артерий являются прямым отражением адаптации сосудистого русла к условиям внутриутробной гемодинамики.

Литература

1. Архитектоника кровеносных сосудов дуги аорты, чревной и надпочечниковых артерий Байкальской нерпы / Н. И. Рядинская, И. В. Аникиенко, А. А. Молькова и др. // Морфология. 2020. Т. 158. № 4-5. С. 53-59. doi: 10.34922/AE.2020.158.4.008
2. Васильев Д. В., Зеленецкий Н. В. Дуга аорты и плечеголовная артерия рыси евразийской // Иппология и ветеринария. 2013. № 4(10). С. 97-100.
3. Закономерности ветвления плечеголовного ствола млекопитающих / Д. В. Васильев, К. Ю. Старинская, М. И. Выдрин и др. // Иппология и ветеринария. 2024. № 3(53). С. 34-43. doi: 10.52419/2225-1537/2024.3.34-43.
4. Слесаренко, Н. А., Ветошкина Г. А., Широкова Е. О. Анатомия интегрирующих систем животных: сердечно-сосудистая, эндокринная и нервная. Москва: ООО "ЭйБиЭс", 2017. 122 с.
5. К морфологии кровеносной системы у новорожденных маралов / С. Н. Чебаков, Н. Т. Силантьева, Л. А. Бондырева и др. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2022. № 1(207). С. 64-69. doi: 10.53083/1996-4277-2022-207-1-64-69
6. Shkarin N., Naumenko E. About Diversity Circulation of the Fetus and the Newborn. Literature Review // Bulletin of Science and Practice. 2019. Vol. 5, No. 7. – P. 47-55. DOI: 10.33619/2414-2948/44/05
7. Основные методики изучения артериальной системы, применяемые на кафедре анатомии животных ФГБОУ ВО СПбГАВМ / А. В. Прусаков, М. В. Щипакин, Ю. Ю. Бартенева и др. // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2016. № 4. С. 255-258.
8. Гланц С. Медико-биологическая статистика: пер. с англ. д.м.н. Ю.А. Данилова. М.: Практика, 1999. 459 с.
9. Аникиенко И. В., Рядинская Н. И. Плечеголовной ствол байкальской нерпы: архитектура и гистологическая структура его ветвей // Иппология и ветеринария. 2025. № 4(58). С. 14-25. doi: 10.52419/2225-1537/2025.4.14-25.
10. Кривова Ю. В., илларионова В. К. Рентгеновская анатомия сосудов легких и средостения у собак // Российский ветеринарный журнал. Мелкие домашние и дикие животные. 2014. № 2. С. 30-32.
11. Исследование закономерностей изменения упруго-эластических свойств стенки аорты свиней на всем ее протяжении / Ш. Т. Жоржолиани, Л. А. Боке-рия, Г. И. Кикнадзе и др. // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания. 2016. Т. 17. № S6. С. 239.
12. Specific Anatomical Aspects of the Aortic Opening (Ostium Aortae) and of the Left Cardiac Artery (A.

Coronaria Sinistra) in Swine / I. Chirilean, A. Damian, N. C. Popovici, F. Stan, C. Dezdrobitu // Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Veterinary Medicine. 2010 Vol. 67. No. 1 P. 28-33.

13. Ветви дуги аорты соболя (*Martes zibellina*) / Д. С. Былинская, Н. В. Зеленовский, М. В. Щипакин и др. // Иппология и ветеринария. 2022. № 2(44). С. 147-155.

14. Ozturk, C., Ozudogru, Z., Yesilyurt H. A macroanatomic comparative study on branching and course of aortic arch and vertebral arteries in rabbits and rats // Eurasian Journal of Medicine. 2003. Vol. 35. No. 2 P. 49-52.

15. Kabak, M., Hazirog'lu R. M. Subgross investigation of vessels originating from arcus aortae in guinea-pig (*Cavia porcellus*) // Anat. Histol. Embryol. 2003 Vol. 32, No 6. P. 362-366. doi: 10.1111/j.1439-0264.2003.00497.x. PMID: 14651484.

References

1. Architectonics of blood vessels of the aortic arch, celiac and adrenal arteries of the Baikal seal / N. I. Ryadinskaya, I. V. Anikienko, A. A. Molkova, et al. // Morphology. 2020. Vol. 158. No. 4-5. P. 53-59. doi: 10.34922/AE.2020.158.4.008

2. Vasiliev D. V., Zelenevsky N. V. Aortic arch and brachiocephalic artery of the Eurasian lynx // Ippology and veterinary science. 2013. No. 4(10). P. 97-100.

3. Patterns of branching of the brachiocephalic trunk of mammals / D. V. Vasiliev, K. Yu. Starinskaya, M. I. Vydrina, et al. // Ippology and veterinary science. 2024. No. 3(53). P. 34-43. doi: 10.52419/2225-1537/2024.3.34-43.

4. Slesarenko, N. A., Vetoshkina G. A., Shirokova E. O. Anatomy of integrating systems of animals: cardiovascular, endocrine and nervous. Moscow: OOO "ABS", 2017. 122 p.

5. On the morphology of the circulatory system in newborn marals / S. N. Chebakov, N. T. Silantyeva, L. A. Bondyreva, et al. // Vestnik of the Altai State Agrarian University. 2022. No. 1 (207). P. 64-69. doi: 10.53083/1996-4277-2022-207-1-64-69

6. Shkarin N., Naumenko E. About Diversity Circulation of the Fetus and the Newborn. References Review // Vestnik of Science and Practice. – 2019. – Vol. 5, No. 7. – P. 47-55. DOI: 10.33619/2414-2948/44/05

7. Basic methods for studying the arterial system used in the Department of Animal Anatomy of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education St. Petersburg State Academy of Veterinary Medicine / A. V. Prusakov, M. V. Shchipakin, Yu. Yu. Barteneva, et al. // Issues of Normative-Legal Regulation in Veterinary Medicine. 2016. No. 4. P. 255-258.

8. Glanz S. Medical and biological statistics: trans. from English by Dr. of Medical Sciences Yu. A. Danilov. Moscow: Praktika, 1999. 459 p.

9. Anikienko I. V., Ryadinskaya N. I. Brachiocephalic trunk of the Baikal seal: Architectonics and histological structure of its branches // Ippology and Veterinary Medicine. 2025. No. 4(58). P. 14-25. doi: 10.52419/2225-1537/2025.4.14-25.

10. Krivova Yu. V., Illarionova V. K. X-ray anatomy of the pulmonary and mediastinal vessels in dogs // Russian Veterinary Journal. Small domestic and wild animals. 2014. No. 2. P. 30-32.

11. Study of patterns of changes of the elastic properties of the aortic wall of pigs along its entire length / Sh. T. Zhorzholiani, L. A. Bokeria, G. I. Kiknadze, et al. // Vestnik of the A.N. Bakulev Scientific Center of Cardiovascular Surgery, Russian Academy of Medical Sciences. Cardiovascular diseases. 2016. Vol. 17. No. S6. P. 239.

12. Specific Anatomical Aspects of the Aortic Opening (Ostium Aortae) and of the Left Cardiac Artery (A. Coronaria Sinistra) in Swine / I. Chirilean, A. Damian, N. C. Popovici, F. Stan, C. Dezdrobitu // Vestnik of the University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Veterinary Medicine. 2010 Vol. 67. No. 1 P. 28-33.

13. Branches of the sable (*Martes zibellina*) aortic arch / D. S. Bylinskaya, N. V. Zelenevsky, M. V. Shchipakin, et al. // Ippology and Veterinary Medicine. 2022. No. 2 (44). P. 147-155.

14. Ozturk, C., Ozudogru, Z., Yesilyurt H. A macroanatomical comparative study on branching and course of aortic arch and vertebral arteries in rabbits and rats // Eurasian Journal of Medicine. 2003. Vol. 35. No. 2 P. 49-52.

15. Kabak, M., Hazirog'lu R. M. Subgross investigation of vessels originating from arcus aortae in guinea pig (*Cavia porcellus*) // Anat. Histol. Embryol. 2003 Vol. 32, No. 6, P. 362-366. doi: 10.1111/j.1439-0264.2003.00497.x. PMID: 14651484.