

*Н. И. Рядинская, И. В. Аникиенко, А. А. Молькова, С. А. Сайванова,
М. А. Табакова, О. П. Ильина*

АРХИТЕКТОНИКА КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ ДУГИ АОРТЫ, ЧРЕВНОЙ И НАДПОЧЕЧНИКОВЫХ АРТЕРИЙ БАЙКАЛЬСКОЙ НЕРПЫ

Кафедра анатомии, физиологии и микробиологии (зав. — доц. Н. И. Рядинская), ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет им. А. А. Ежевского»

Цель — изучить архитектуру артерий дуги аорты, а также кровеносных сосудов селезенки, печени и надпочечников байкальской нерпы.

Материал и методы. Материалом для исследований послужили неполовозрелые особи байкальской нерпы в количестве 60 голов в возрасте от 1 года до 4 лет. Комплексом различных методов (анатомическое препарирование с предварительной инъекцией монтажной противопожарной пеной «Invmat», изготовление коррозионных препаратов, графическое моделирование, гистологические, морфометрические) изучена архитектура сосудистого русла байкальской нерпы. Обработку результатов проводили с помощью программы Statistica 6.0. Систематику названия анатомических структур проводили по Международной ветеринарной анатомической номенклатуре (2017) и Международной гистологической номенклатуре (2017).

Результаты. При исследовании основной артериальной магистрали у байкальской нерпы были выявлены следующие анатомические особенности: дуга аорты имеет ампулообразное расширение; сосуды отходят от дуги аорты в следующем порядке: с правой стороны первой отходит плечеголовая артерия, затем с левой стороны — левая общая сонная артерия и на некотором расстоянии от нее левая подключичная артерия. Кровоснабжение селезенки характеризуется наличием венозных синусов в красной пульпе. Кровоснабжение надпочечников осуществляется тремя ветвями надпочечниковых артерий, отходящими асимметрично от брюшной аорты, а также одной надпочечниковой артерией от почечной артерии. Венозная система представлена двумя стволами каудальной полой вены, большим объемом печеночного синуса, ампулообразным расширением печеночных вен и наличием диафрагмального сфинктера.

Выводы. Выявлены видовые анатомические особенности кровеносного русла байкальской нерпы, связанные с ее образом жизни.

Ключевые слова: аорта, вены, печень, селезенка, надпочечники

Введение. Байкальскую нерпу по праву можно назвать чудом природы, ведь из млекопитающих о. Байкал — это единственный эндемик. Несмотря на длительную историю исследований, связанных с байкальской нерпой, данные об ее анатомическом строении разрознены и немногочисленны.

Установлено, что байкальская нерпа — один из лучших ныряльщиков среди водных млекопитающих несмотря на то, что глубина и длительность погружения у нее меньше, чем у китов и тюленей, коэффициент «устойчивости к апноэ» у нее гораздо выше и составляет 23,5 [2, 3].

В работах С. М. Drabek проведено сравнительное описание аорты тюленей (тюленя Уэдделла, морского леопарда, тюленя Росса, тюленя-крабоеда) [7, 8], исследования J. E. King по изучению артериальной системы ластоно-

гих указывают на некоторое сходство в строении с собаками [10]. Наиболее подробное описание анатомических особенностей различных органов и архитектуры основных магистралей у кольчатой нерпы представлено в работах Н. Smodlaka и соавт. [12, 13].

У северного морского слона S. J. Tornton и соавт. исследовали функциональную связь между сокращениями селезенки и наполнением печеночного синуса в условиях дайвинга [14, 15].

Важно отметить, что основное внимание исследователей сосредоточено на изучении дуги аорты, которая у ластоногих имеет ампулообразное расширение. Функциональное расширение аорты при дайвинге, а также морфометрия основных артериальных сосудов, отходящих от дуги аорты и ее продолжения — брюшной аорты,

Сведения об авторах:

Рядинская Нина Ильинична (e-mail: ryadinskaya.nina@mail.ru), Аникиенко Инна Викторовна (e-mail: babushcinai@mail.ru), Молькова Алена Александровна (e-mail: molkova-1980@rambler.ru), Сайванова Светлана Алексеевна (e-mail: ms.svetikss@mail.ru), Табакова Мария Алексеевна (e-mail: mary.1311@mail.ru), Ильина Ольга Петровна (e-mail: olgailina56@mail.ru), кафедра анатомии, физиологии и микробиологии, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет им. А. А. Ежевского», 664038, пос. Молодежный, 1/1

описаны были у морского котика, сивуча, ларги, островного тюленя и крылатки [1].

Физиологический механизм погружения байкальской нерпы был описан в литературе, но требует уточнения, связанного с анатомическим строением органов [3]. Кроме того, байкальскую нерпу изучали Н. Endo и соавт., в работах которых представлены результаты анатомического исследования строения черепа [9], также у байкальской нерпы ранее были описаны особенности экстраорганных артерий селезенки, желудка и поджелудочной железы [4].

Таким образом, актуальность нашей работы объясняется фундаментальностью исследований архитектоники сосудистого русла, результаты которых будут являться основой для физиологического, клинического и патологоанатомического изучения организма байкальского эндемика.

Материал и методы. Материалом для исследований послужили неполовозрелые особи байкальской нерпы в количестве 60 голов в возрасте от 1 года до 4 лет, добытые в Кабанском районе Республики Бурятия в рамках научной квоты (программа НИР, утвержденная в Росрыболовстве РФ на 2015 г.), а также погибшие нерпы со всей акватории озера Байкал (в сетях рыбаков, а также в период массовой гибели байкальской нерпы в 2017 г.).

Исследования одобрены этическим комитетом (протокол заседания Иркутского ГАУ № 2 от 23.03.2017 г.). Масса исследуемых животных составила $37,7 \pm 2,08$ кг, длина тела — $76,89 \pm 1,80$ см. Для изучения архитектоники аорты, кровеносных сосудов селезенки, печени, надпочечников ($n=32$) применяли анатомическое препарирование с предварительной инъекцией монтажной противопожарной пеной «Invamat» (Invamat, Россия) по методу Н. И. Рядинской (рац. предл. № 322 от 25.01.2011 г., принятое к внедрению Алтайским государственным аграрным университетом) через брюшную аорту, воротную и каудальную полую вены. Для получения коррозионных препаратов ткани органов удаляли раствором щелочи (NaOH; ЗАО «Реактив», Россия) высокой концен-

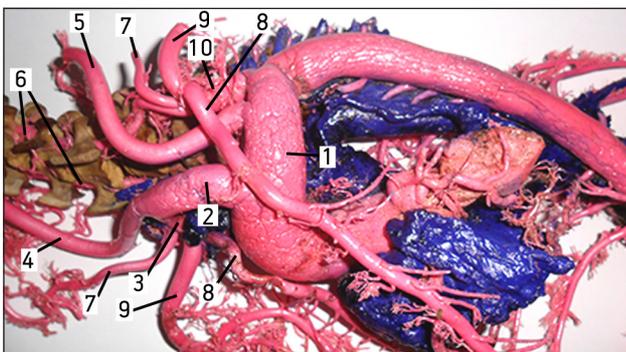


Рис. 1. Сосуды дуги аорты.

1 — дуга аорты; 2 — плечеголовная артерия; 3 — правая подключичная артерия; 4 — левая сонная артерия; 5 — позвоночная артерия; 6 — глубокая шейная артерия; 7 — внутренняя грудная артерия; 8 — наружная грудная артерия; 9 — левая подключичная артерия. Инъекция сосудов пеной «Invamat»

трации с промывкой под проточной водой. С помощью программы Corel Draw X 7 (Corel Corporation, Канада) проводили графическое моделирование архитектоники сосудов.

Для определения массы, линейных промеров органов, а также для гистологических исследований использовали 28 особей. Материал для микроскопирования фиксировали в 10% нейтральном формалине (ErgoProduct, Россия). Методом заливки в парафин готовили срезы (5–10 мкм) и окрашивали их гематоксилином — эозином (ООО «Биовитрум-Сибирь», Россия) по Эрлиху. Морфометрию срезов проводили с использованием бинокулярного микроскопа марки Levenhuk 625 Biological microscope (США), цифровой камеры S510 NG5MPIXEL и программы ScopePhoto.

Интраорганные сосуды селезенки и печени после инъекции пеной «Invamat» также исследовали под микроскопом (об. 4, ок. 10 и об. 40, ок. 10).

Обработку результатов проводили с помощью программы Statistica 6.0. Различия считали значимыми при $p < 0,05$ (t-тест).

Результаты исследования. Основной артериальной магистралью является аорта. У байкальской нерпы дуга аорты имеет ампулообразное расширение, которое начинается уже при выходе аорты из сердца, диаметр ее в самой широкой части составил $34,53 \pm 4,08$ мм и в узкой — $18,90 \pm 1,18$ мм ($n=6$). У байкальской нерпы нами был отмечен следующий порядок отхождения сосудов от дуги аорты: с правой стороны первой отходит плечеголовная артерия, затем с левой стороны — общая сонная артерия и на некотором расстоянии от нее подключичная артерия (рис. 1).

После отхождения правой общей сонной артерии плечеголовная артерия диаметром $14,62 \pm 0,62$ мм и длиной $53,00 \pm 0,73$ мм продолжается в правую подключичную артерию. От нее краниально отходят позвоночная артерия, реберно-шейный (включает глубокую и поверхностную шейные артерии) и плечешейный стволы; каудально — внутренняя и наружная грудные артерии. Затем от дуги аорты самостоятельно отходит левая сонная артерия. От левой подключичной артерии симметрично правой отходят вышеперечисленные артерии. Диаметр и длина указанных сосудов представлены в таблице.

На уровне VII шейного позвонка дуга аорты переходит в грудную аорту (диаметр — $18,28 \pm 2,01$ мм, длина — $148,83 \pm 2,51$ мм) ниже диафрагмы в брюшную аорту (диаметр — $15,45 \pm 0,83$ мм, длина — $232,00 \pm 5,27$ мм) и далее следует вдоль позвоночного столба. До входа в тазовую полость брюшная аорта отдает париетальные ветви: краниальную брюшную, каудальную диафрагмальную, поясничные артерии и висцеральные ветви: непарную чревную, краниальную брыжеечную, парные почечные и надпочечные, парные семенные, каудальную

Морфометрические показатели сосудов аорты (n=6), мм

Сосуды	Диаметр	Длина	Диаметр	Длина
	Правая сторона		Левая сторона	
Подключичная артерия	8,87±0,50	60,83±5,83	11,72±1,01	80,00±0,58
Сонная артерия	7,35±0,35	176,00±3,36	7,70±0,63	210,00±3,31
Позвоночная артерия	5,23±0,39	131,67±3,30	4,97±0,44	135,17±2,77
Глубокая шейная артерия	4,00±0,03	90,00±1,00	4,70±0,31	88,67±1,02
Внутренняя грудная артерия	6,88±0,47	66,00±1,20	7,07±0,13	71,05±1,34
Наружная грудная артерия	2,10±0,11	31,10±1,91	2,13±0,21	28,83±1,82
Плечешейный ствол	4,40±0,11	49,83±3,05	4,42±0,15	49,83±3,05

брыжеечную артерию. У байкальской нерпы перечисленные выше висцеральные артерии могут располагаться как близко (60 % случаев), так и на значительном расстоянии (40 % случаев).

В области I–II поясничного позвонка первым висцеральным сосудом, отходящим от брюшной аорты под углом 45° по рассыпному типу, является чревная артерия (диаметр и длина — 12,3±0,21 и 354,8±9,58 мм соответственно), которая далее разветвляется на печеночную и селезеночную артерии.

Селезеночная артерия магистрального типа проходит вдоль органа. До ворот селезенки от селезеночной артерии, кроме левой желудочной артерии, отходят ветви в левую долю поджелудочной железы. Далее селезеночная артерия входит в ворота органа и отдает в паренхиму селезенки боковые ветви, среди которых могут быть и желудочные ветви. Лептоареальная селезеночная артерия заканчивается би- и трифуркационно, а затем переходит в левую желудочно-сальниковую.

Ранее были определены четыре варианта ветвления селезеночной артерии [4].

Во всех вариантах ветвления среди боковых ветвей селезенки выявлены крупные и мелкие сосуды, число мелких артерий колеблется от 16 до 22. Внутри паренхимы селезенки артерии разветвляются вдоль многочисленных трабекул разной толщины, при этом диаметр трабекулярных артерий I, II, III порядка, пульпарных и центральных артерий обратно пропорционален толщине трабекул.

Войдя в пульпарные сосуды, трабекулярные артерии III порядка образуют пульпарную артерию, которая переходит в центральную артерию (рис. 2).

В свою очередь, центральная артерия проникает в красную пульпу и ветвится на несколько кисточек. На периферии кисточковых артериол диаметром 68,2±1,68 мкм имеются утолщения — гильзы. Далее артериолы разветвляются на гемокапилляры, вливающиеся в венозные синусы



Рис. 2. Интраорганные артерии селезенки байкальской нерпы.

1 — трабекулярная артерия II порядка; 2 — трабекулярная артерия III порядка; 3 — пульпарная артерия; 4 — центральная артерия; 5 — кисточковые артериолы. Инъекция сосудов пеной «Invamat». Ув. 400

сы красной пульпы. Они — разные по форме, мощные и широкие, размером 113,6±12,1 мкм.

Кровоотток венозного русла из селезенки у байкальской нерпы начинается от лакун, переходящих в пульпарные вены, а затем по ходу в трабекулярные вены I, II и III порядка. Нами отмечено, что по диаметру трабекулярные вены I порядка не отличаются от диаметра артерий III порядка. В то же время, диаметр трабекулярных вен II и III порядка превосходит в 4,7 раза диаметр артерий II и I порядка. Боковые корни селезеночной вены, продолжающие венозное русло, сливаются в селезеночную вену под углом 25°. Они повторяют ход артерий, их длина практически не отличается от таковых, но диаметр увеличен в 2,5 раза и составляет 24,2±0,40 мм.

Следующей ветвью, отходящей от чревной артерии, является печеночная артерия длиной 36,3±4,5 мм и диаметром 6,3±0,4 мм, которая входит в ворота печени совместно с воротной веной длиной 30,8±3,4 мм и диаметром 14,4±0,7 мм. Далее от воротной вены отходят длинный левый и короткий правый стволы, а от печеночной арте-

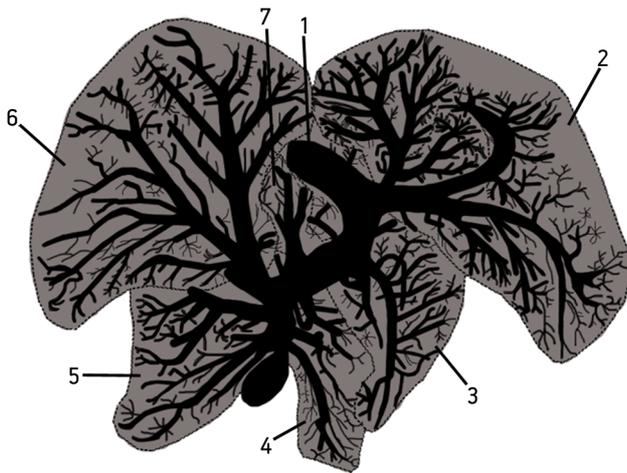


Рис. 3. Схема ветвления воротной вены печени самки байкальской нерпы.

1 — воротная вена; 2 — правая латеральная доля; 3 — правая медиальная доля; 4 — квадратная доля; 5 — левая медиальная доля; 6 — левая латеральная доля; 7 — хвостатая доля

рии — три сосуда, два из которых идут вдоль левого ствола воротной вены.

От правого ствола воротной вены длиной $29,4 \pm 1,8$ мм и диаметром $13,5 \pm 0,8$ мм по рассыпному типу отходят три ветви, идущие к тупому, острому краю и в среднюю часть правой латеральной доли диаметром $11,6 \pm 0,8$, $5,0 \pm 0,4$ и $10,3 \pm 0,7$ мм соответственно, и одна ветвь в хвостатый отросток хвостатой доли диаметром $3,3 \pm 0,6$ мм (рис. 3).

От правого ствола печёночной артерии длиной $27,6 \pm 2,4$ мм и диаметром $3,8 \pm 0,4$ мм отходят несколько ветвей в хвостатый отросток, а затем от него одна ветвь идет в правую латеральную долю диаметром $2,7 \pm 0,4$ мм, а другая — в правую медиальную долю диаметром $3,6 \pm 0,3$ мм, от последней также отделяется пузырная артерия диаметром $4,3 \pm 0,4$ мм, спускающаяся к верхушке грушевидного желчного пузыря и распадающаяся на две ветви, идущие вдоль вентральной и дорсальной стенок, диаметром $1,4 \pm 0,3$ и $0,7 \pm 0,1$ мм соответственно (рис. 4).

От левого ствола воротной вены длиной $33,2 \pm 1,5$ мм и диаметром $11,0 \pm 0,7$ мм по магистральному типу отходят четыре ветви в квадратную долю диаметром $4,5 \pm 0,9$, $3,7 \pm 0,7$ и $4,7 \pm 0,6$ мм соответственно, разветвляющиеся аналогично ветвлению правой латеральной доли. В правую медиальную направляется одна ветвь диаметром $4,8 \pm 0,6$ мм, разделяющаяся на три ветви диаметром $2,7 \pm 0,7$, $2,4 \pm 0,6$ и $4,5 \pm 0,9$ мм. В левую медиальную сразу отделяются две ветви диаметром $1,8 \pm 0,3$ и $6,1 \pm 0,8$ мм. От печеночной артерии одна ветвь длиной $33,1 \pm 2,5$ мм и диаметром $4,7 \pm 0,4$ мм направляется в левую латераль-

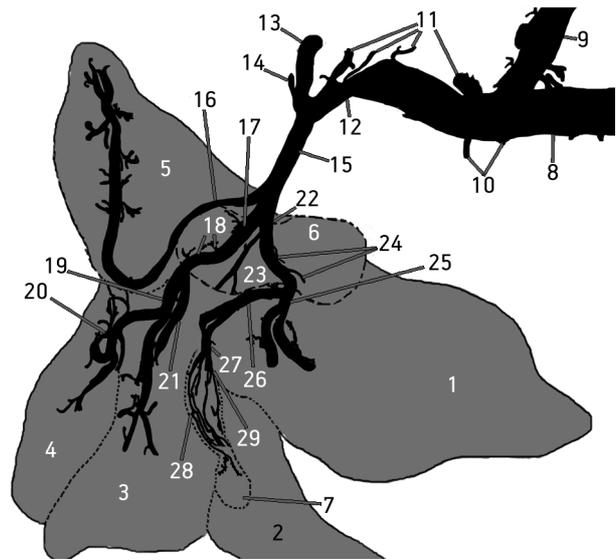


Рис. 4. Экстра- и интраорганные ветвления печеночной артерии у самки байкальской нерпы.

1 — правая латеральная доля; 2 — правая медиальная доля; 3 — квадратная доля; 4 — левая медиальная доля; 5 — левая латеральная доля; 6 — хвостатая доля; 7 — желчный пузырь; 8 — брюшная аорта; 9 — краниальная брыжеечная артерия; 10 — надпочечниковые артерии; 11 — ветви поджелудочной железы; 12 — чревная артерия; 13 — селезеночная артерия; 14 — левая желудочная артерия; 15 — печеночная артерия; 16 — долевая артерия левой латеральной доли; 17 — общий ствол для левой медиальной, квадратной и хвостатой долей; 18 — долевые ветви хвостатой доли; 19 — общий ствол для левой медиальной и квадратной долей; 20 — долевая артерия левой медиальной доли; 21 — долевая артерия квадратной доли; 22 — общий ствол для правой латеральной и медиальной долей и хвостатого отростка хвостатой доли; 23 — ветвь, уходящая в область сращения долей; 24 — артерия хвостатого отростка хвостатой доли; 25 — долевая артерия правой латеральной доли; 26 — общий ствол для правой медиальной доли и желчного пузыря; 27 — пузырная артерия; 28 — висцеральная ветвь пузырной артерии; 29 — дорсальная ветвь пузырной артерии. Графическое моделирование после инфузии сосудов монтажной пеной «Invamat»

ную долю, а от второй длиной $33,6 \pm 3,4$ мм и диаметром $5,6 \pm 0,4$ мм по мере приближения к доле отходят ветви (диаметром $5,1 \pm 0,3$ и $3,6 \pm 0,3$ мм) в левую и правую латеральную и квадратную доли (ветвь диаметром $5,2 \pm 0,4$ мм). В хвостатую долю от вены отходят одна ветвь диаметром $2,5 \pm 0,1$ мм, а от печеночной артерии — несколько ветвей. Сосуды, идущие к тупому краю, в правой и левой медиальной и квадратной долях в силу видовой особенности — сращения долей переплетаются друг с другом.

В паренхиме каждой доли означенные сосуды распределяются по смешанному типу на более мелкие, образуя сегмент с обособленным притоком крови.

В последующем разветвлении воротная вена уменьшается до междольковой вены диаметром $495,8 \pm 37,3$ мкм, а печеночная артерия — до меж-

ковой артерией, отходящей от правой почечной артерии. Следующим сосудом является средняя надпочечниковая артерия правого надпочечника, которая, отходя от брюшной аорты, образует пучок из 3 ветвей длиной $21,7 \pm 0,96$; $12,8 \pm 0,26$ и $17,1 \pm 0,23$ мм и разветвляется в паренхиме краниальной и средней части органа на мелкие сосуды. Каудальная надпочечниковая артерия правого надпочечника длиной $30,7 \pm 0,33$ мм является третьим сосудом, отходящим от брюшной аорты. От места отхождения она образует дугу и, разветвляясь на более мелкие артерии, входит в паренхиму органа вместе с ветвями средней надпочечниковой артерии.

В левый надпочечник краниальная надпочечниковая артерия длиной $30,9 \pm 0,24$ мм отходит от латеральной поверхности брюшной аорты между чревной и краниальной брыжечной артериями, далее она разветвляется на 2 более мелкие ветви, распадающиеся в паренхиме органа на интраорганные артерии. Средняя надпочечниковая артерия левого надпочечника также отходит от брюшной аорты и располагается на расстоянии $11,3 \pm 0,36$ мм от краниальной надпочечниковой артерии. Каудальная надпочечниковая артерия левого надпочечника, отходя от брюшной аорты, образует пучок из 3 ветвей. Расстояние между левыми каудальной и средней надпочечниковыми артериями составляет $4,1 \pm 0,03$ мм.

От левой почечной артерии на расстоянии $7,8 \pm 0,15$ мм от брюшной аорты в каудальную часть органа также отходит 1 надпочечниковая артерия.

Обсуждение полученных данных. Расширение аорты, обнаруженное нами у байкальской нерпы, отмечено также у других видов ластоногих и связано с их способностью к погружению, а порядок отхождения основных артерий от дуги аорты, сходный с байкальской нерпой, — у новозеландских тюленей и кольчатой нерпы, в то время как у австралийских тюленей левая общая сонная артерия отходила от плечеголового ствола [8, 12, 13]. Мы предполагаем, что отхождение левой общей сонной артерии от дуги аорты является адаптивной морфологической особенностью, позволяющей обеспечить мозг байкальской нерпы достаточным количеством кислорода при ее погружении. Кроме того, луковица аорты и сосуды, от нее отходящие, способны вместить большой объем крови, способствуя сохранению нормального кровяного давления при сильной брадикардии.

К анатомическим особенностям организма байкальской нерпы, способствующим сохранению

его жизнедеятельности в длительных анаэробных условиях, можно отнести экстра- и интраорганные кровоснабжение селезенки, печени и печеночного синуса. В селезенке байкальской нерпы нами отмечено, что диаметр вен превышает диаметр соответствующих артерий в 2,5–4,7 раза, а в печени — в 15,6 раза. Кроме того, стенка центральной вены печени содержит единичные гладкомышечные клетки в отличие от наземных хищников, а медиа печеночных вен — сильно извитые волокна. Указанные особенности способствуют депонированию крови. Ранее установлено, что богатые кислородом клетки крови высвобождаются из селезенки во время сокращения, когда животное погружается, по системе воротной вены попадают в печень, откуда затем переходят в печеночный синус [14, 15].

По литературным данным, объем печеночного синуса байкальской нерпы изменяется при его кровенаполнении во время глубоководных погружений [3]. По данным настоящего исследования, объем печеночного синуса у неполовозрелых особей может достигать $2,5 \pm 0,4$ л. Функциональное значение печеночного синуса и диафрагмального сфинктера было описано при исследовании северного морского слона и тюленей [6, 14, 15].

Надпочечники у млекопитающих участвуют в формировании адекватной защитной реакции в ответ на стресс, а у морских млекопитающих катехоламины надпочечников — в регуляции содержания кислорода в крови [5]. Усиленное кровоснабжение надпочечников характерно как для байкальской нерпы, так и для южноамериканского морского котика [11].

Заключение. Таким образом, у байкальской нерпы были выявлены анатомические особенности архитектоники сосудов: ампулообразное расширение дуги аорты, отхождение левой общей сонной артерии от нее, значительное преобладание диаметра вен над артериями в селезенке и печени, большой объем печеночного синуса, ампулообразные расширения печеночных вен и наличие диафрагмального сфинктера, обильное кровоснабжение надпочечников. Данные анатомические особенности способствуют сохранению жизнедеятельности нерпы при длительной анаэробной нагрузке.

Источник финансирования. Работа выполнена при грантовой поддержке Фонда поддержки прикладных экологических разработок и исследований «Озеро Байкал» проекта «Байкальская инициатива».

Вклад авторов:

Концепция и дизайн исследования: Н. И. Р., И. В. А., А. А. М., С. А. С., М. А. Т.

Сбор и обработка материала: И. В. А., А. А. М., С. А. С., М. А. Т.

Анализ и интерпретация данных: Н. И. Р., И. В. А., А. А. М., С. А. С., М. А. Т., О. П. И.

Написание и редактирование текста: Н. И. Р., И. В. А., А. А. М., С. А. С., М. А. Т.

Статистическая обработка данных: О. П. И.

Авторы сообщают об отсутствии в статье конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

- Кузин А.Е. К морфологической характеристике сердечно-сосудистой системы ластоногих (Pinnepedia) // Известия ТИНРО. 2015. Т. 182. С. 69–80 [Kuzin A. E. To the morphological characteristics of the cardiovascular system of pinnipeds (Pinnepedia) // Izvestiya TINRO. 2015. Vol. 182. P. 69–80. In Russ.].
- Пастухов В.Д. Нерпа Байкала. Новосибирск: Наука, 1993. 272 с. [Pastukhov V.D. The Baikal Seal. Novosibirsk: Nauka, 1993. 272 p. In Russ.].
- Петров Е.А. Байкальская нерпа. Улан-Удэ: ЭКОС, 2009. 175 с. [Petrov E.A. Baikal seal. Ulan-Ude: EKOS, 2009. 175 p. In Russ.].
- Рядинская Н.И., Сайванова С.А., Саможапова С.Д., Тарасевич В.Н., Тарасевич Е.Н., Чистова Е.С. Особенности экстраорганных артерий селезенки, печени, желудка и поджелудочной железы у байкальской нерпы // Вестник КрасГАУ. 2016. № 3. С. 121–129 [Ryadinskaya N.I., Saivanova S.A., Samozhapova S.D., Tarasevich V.N., Tarasevich E.N., Chistova E.S. Peculiarities of extraorganic artery of spleen, liver, stomach and pancreas of Baikal seal // Vestnik KrasGAU. 2016. № 3. P. 121–129. In Russ.].
- Atkinson S.St., Aubin D.M., Ortiz R. Endocrine systems. Encyclopedia of marine mammals. In: Perrin W.F., Würsig B., Thewissen J.G.M., editors. Encyclopedia of marine mammals. London: Academic Press, 2009. P. 375–383.
- Blix A.S. The venous system of seals, with new ideas on the significance of the extradural intravertebral vein // J. Exp. Biol. 2011. Vol. 214. P. 3507–3510. doi: 10.1242/jeb.056127
- Drabek C.M. Some anatomical and functional aspects of seal hearts and aortae. In: Harrison R.J., editor. Functional Anatomy of Marine mammals. London, New York, San Francisco: Academic Press, 1977. P. 217–234.
- Drabek C.M., Burns J.M. Heart and aorta morphology of the deep-diving hooded seal (*Cystophora cristata*) // Can. J. Zool. 2002. Vol. 80. P. 2030–2036. doi: 10.1139/Z02-181
- Endo H., Sasaki H., Hayashi Y., Petrov E.A., Amano M., Suzuki N., Miyazaki N. CT examination of the head of the Baikal seal (*Phoca sibirica*) // E. J. Anat. 1999. Vol. 194. P. 119–126.
- King J.E. Vascular system. In: King J.E., editor. Seals of the world. New York: Comstock Publishing Associates Ithaca, 1983. P. 178–181.
- Santos A.L.Q., Menezes L.T., Brito F.M.M., Kaminishi A.P.S., Leonardo T.G., Pimentel T.L., D'Aperecida N.S. Arterial supply for adrenal glands of the South American fur seal *Arctocephalus australis* Zimmerman, 1783 (Pinnipedia, Otariidae) // PUBVET. 2011. Vol. 5 (11). P. 1065–1071.
- Smoldaka H. Respiratory, Cardiovascular and Abdominal Anatomy of the Ringed Seal (*Phoca hispida*): PhD diss., University of Tennessee, 2004.
- Smoldaka H., Henry R.W., Reed R.B. Macroscopic anatomy of the great vessels and structures associated with the heart of the ringed seal (*Pusa hispida*) // Anat. Histol. Embryol. 2009. Vol. 38 (3). P. 161–168. doi: org/10.1111/j.1439-0264.2008.00896.x
- Thornton S.J., Hochachka P.W. Oxygen and the diving seal // J. Under. Hyper. Med. Soc. Inc. 2004. Vol. 31 (1). P. 81–95.
- Thornton S.J., Spielman D.M., Pelc N.J., Block W.F., Crocker D.E., Costa D.P., Leboeuf B.J., Hochachka P.W. Effects of forced diving on the spleen and hepatic sinus in northern elephant seal pups // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2001. Vol. 98. P. 9413–9418. doi: 10.1073/pnas.151192098

Поступила в редакцию 01.07.2019

Получена после доработки 01.11.2019

ARCHITECTONICS OF THE BRANCHES OF THE AORTIC ARCH, CELIAC AND SUPRARENAL ARTERIES IN BAIKAL SEAL

N. I. Ryadinskaya, I. V. Anikienko, A. A. Mol'kova, S. A. Saivanova, M. A. Tabakova, O. P. Il'ina

Objective — to study the architectonics of the aortic arch branches, as well as blood vessels of the spleen, liver and adrenal glands in the Baikal seal.

Material and methods. The research was carried out on 60 immature Baikal seals aged from 1 year to 4 years. The architectonics of the vascular system in the *Phoca sibirica* was studied using a combination of methods (anatomy dissection, production of vascular corrosion casts, graphic simulation, histological and morphometric analysis). Statistica 6,0 software was used to process the results. Anatomic terms in the present research were used according to the International Veterinary Anatomical Nomenclature (2017) and International Histological Nomenclature (2017).

Results. The following anatomical characteristics of Baikal seal blood vessels were revealed: the aortic arch had an ampulla-type dilatation; the brachycephalic artery arised from the right side of the aortic arch; the left common carotid and subclavian arteries arised from the left side of the aortic arch. The spleen blood supply was characterized by venous sinuses in the red pulp. Three branches of the subclavian arteries symmetrically arising from the abdominal aorta, and one subclavian artery arising from the renal artery supplied the adrenal glands. The venous system consisted of two trunks of the caudal vena cava, a large hepatic sinus, an ampulla-type dilatation of hepatic veins and a diaphragmatic sphincter.

Conclusions. Specific anatomical characteristics of the Baikal seal vascular system associated with its way of life were demonstrated.

Key words: *aorta, veins, liver, spleen, adrenal gland*

Department of Anatomy, Physiology and Microbiology, A.A. Ezhevsky Irkutsk State Agrarian University, 1/1 Molodezhny, Irkutsk region 664038