

*На правах рукописи*

**Сайванова Светлана Алексеевна**

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕЛЕЗЕНКИ  
И ЕЁ КРОВЕСНОГО РУСЛА БАЙКАЛЬСКОЙ НЕРПЫ  
В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ**

06.02.01 – диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и  
морфология животных

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Иркутск 2017

Работа выполнена на кафедре анатомии, физиологии и микробиологии ФГБОУ ВО Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского

**Научный руководитель:**

доктор биологических наук, доцент  
**Рядинская Нина Ильинична**

**Официальные оппоненты:**

**Вишневская Татьяна Яковлевна**  
доктор биологических наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», заведующая кафедрой морфологии, физиологии и патологии

**Грушко Мария Павловна**  
доктор биологических наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», профессор кафедры гидробиологии и общей экологии

**Ведущая организация:**

**ФГБОУ ВО «Вятская государственная сельскохозяйственная академия»**

Защита состоится «14» апреля 2017 г. в 13.00 часов на заседании диссертационного совета Д 220.062.02 при ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» по адресу: 355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» и на официальном сайте организации [www.stgau.ru](http://www.stgau.ru).

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г. и размещен на сайтах: ВАК Минобразования и науки РФ <http://www.vak3.ed.gov.ru> «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017г.; ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ» <http://www.stgau.ru> «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



**Дьяченко Юлия Васильевна**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы.** Байкал признан самым глубоким и большим пресноводным водоемом, содержащим водные массы 23600 куб. км, с глубинами до 1635 м. В 1996 году озеро с прилегающими к нему территориями, запovedниками и национальными парками включены в Список участков мирового природного наследия ЮНЕСКО. В 1999 году принят закон Российской Федерации «Об охране озера Байкал». Экосистема Байкала отличается удивительным богатством и разнообразием. Более 2/3 видов обитателей Байкала – эндемики (Беркин, Н.С., 2009; Ламажапова, Г.П., 2011).

Один из известнейших представителей эндемичной фауны озера, это байкальский тюлень или нерпа (*Pusa sibirica Gmel.*), единственный вид водных млекопитающих, обитающих исключительно в пресной воде. Нерпа не имеет естественных врагов и занимает верхнюю ступень трофической пирамиды озера, она значительно влияет на функционирование экосистемы Байкала, выступает в роли мощного биологического фактора (Чапский, К.К., 1941). По данным отчета НИР Байкальского филиала ФГБНУ «Росрыбцентр», в 2015 году численность популяции байкальской нерпы оценивается в 128,7 тысяч особей.

Байкальская нерпа, благодаря обитанию в глубоководном, холодном внутриконтинентальном водоеме, сама успела приобрести ряд экологических и физиологических черт, четко отличающих её от родственных видов. Особенно заметно это проявилось в механизмах адаптации нерпы к подводной жизни, она является одним из лучших ныряльщиков среди морских (водных) млекопитающих (Баранов, Л.В., 1992; Петров, Е.А., 2003).

В последнее время в Иркутской области увеличивается количество нерпичариев, а соответственно в ветеринарных клиниках растет число таких необычных пациентов, как нерпа. При диагностике, профилактике и лечении заболеваний у животных большое значение имеют морфологические особенности организма. В этой связи перспективным является использование таких методов интраскопического исследования, которые позволяют в экстренном порядке, объективно и без побочного влияния на обследуемый организм получить сведения о статусе внутренних органов в каждой конкретной ситуации. К числу таких методов по праву принадлежит метод ультразвукового исследования (УЗИ), основанный на способности ультразвуковых волн проникать в ткани организма животного (Кузьмичева, Е.В., 2009; Слесаренко, Н.А., 2006).

В 1987-1988 годах произошла массовая гибель байкальской нерпы, что отразилось на ее популяции. После многочисленных исследований, причиной гибели животных явился морбилливирус, аналогичный вирусу чумы плотоядных и родственный вирус кори человека, который привел к ослаблению иммунитета (Баранов, Л.В., 1992).

Селезенка относится к периферическим органам иммунной системы. Являясь многофункциональным органом, она играет важную роль в поддержании гомеостаза организма (Афанасьева, А.И., 2012). В ней обеспечивается активный и длительный контакт иммунологически компетентных клеток с антигенами, находящимися в крови, поступающей в селезенку и эту функцию выполняет

белая пульпа. У животных она также является кроветворным органом, образующим клетки не только лимфоидного, но и эритроидного, гранулоцитарного рядов, мегакариоциты и макрофаги. Последние из разрушенного гемоглобина образуют пигмент билирубин, который в печени становится компонентом желчи и весь этот процесс происходит в красной пульпе (трабекулярная масса) (Банникова, М.А., 2004). Кроме этого, у водных млекопитающих селезенка, наряду с другими органами, принимает участие в перераспределении кровяного потока в период глубоководного погружения и в период выхода на поверхность (Удовин, Г.М., 1986).

**Степень разработанности темы.** Обитая в замкнутом водоёме, байкальская нерпа является идеальной моделью для изучения экологических и биологических вопросов. Несмотря на то, что в настоящее время исследованиям биологии нерпы посвящено множество работ Иванов, Т.М. (1938), Пастухов, В.Д. (1993), Петров, Е.А. (2003), Кутырев, И.А. (2006) и др., в доступной литературе нами обнаружены не многочисленные данные об морфофункциональных особенностях организма эндемика. Гистологическое строение селезенки у щенков байкальской нерпы изучала Пронина, С.В. (2006); в возрастном аспекте – Ламажапова, Г.П. (2011). Гистологическое строение селезенки у каспийского тюленя изучено Володиной, В.В., Грушко, М.П., Федоровой, Н.Н. (2012).

Однако, до настоящего времени являются не раскрытыми вопросы анатомических особенностей, скелетотопии, синтопии и артериального кровоснабжения, микроциркуляторного русла и венозного оттока селезенки у байкальской нерпы, нет сведений о её ультразвуковом исследовании.

Данные собственных исследований входят в НИОКР (научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки) по теме «Морфогенез органов байкальской нерпы в различные периоды онтогенеза» (Регистрационный № 114121670040 от 16.12.2014 года).

**Цель исследования:** изучение морфологических особенностей селезенки и ее кровеносного русла байкальской нерпы в постнатальном онтогенезе.

**Задачи исследования:**

1. Изучить анатомические особенности и топографию селезенки у байкальской нерпы;
2. Установить общие принципы структурной и топографической организации органа, необходимые для ультразвукового исследования;
3. Уточнить микроструктуру органа у байкальской нерпы в постнатальном онтогенезе;
4. Выявить особенности экстра- и интраорганного артериального, венозного и микроциркуляторного русла селезенки у байкальской нерпы в постнатальном онтогенезе;
5. Оценить морфометрические показатели селезенки, ее структур и кровоснабжения и венозной васкуляризации у байкальской нерпы в постнатальном онтогенезе.

**Научная новизна.** У байкальской нерпы впервые установлены закономерности морфогенеза и кровоснабжения селезенки в постнатальном онтогенезе.

Изучены анатомические, топографические и уточнены гистологические особенности селезенки нерпы в постнатальном онтогенезе. На основании полученных новых данных установлены общие принципы структурной и топографической организации селезенки у байкальской нерпы для ультразвукового исследования.

На основании результатов исследования кровеносного русла селезенки разработана концептуальная база о её высоких приспособительных возможностях у байкальской нерпы к длительным глубоководным погружениям.

**Теоретическая и практическая значимость.** Результаты морфологических исследований селезенки и ее кровеносного русла у байкальской нерпы являются научным обоснованием концепции о высокой адаптивной пластичности органа к глубоководному погружению и вносят существенный вклад в развитие сравнительно-видовой морфологии водных млекопитающих.

Выявленные общие принципы структурной и топографической организации органа внедрены в практику городской станции по борьбе с болезнями животных г. Иркутска при клиническом обследовании байкальской нерпы, в том числе и при ультразвуковом исследовании, используются при чтении лекций и проведении занятий по анатомии, физиологии в ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», в ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова», в ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского», в ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», в ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», в ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия», в ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления».

Результаты работы вошли в электронное учебное пособие «Атлас по анатомии байкальской нерпы» и также войдут в раздел «Органы кроветворения и иммунной системы» монографии «Морфогенез органов байкальской нерпы».

**Методология и методы исследования.** В процессе анализа литературных источников по морфологическим особенностям селезенки у наземных и водных хищников определилась целесообразность использования комплекса различных методов исследования, включающих прижизненное исследование посредством ультразвуковой диагностики, вскрытие трупов, анатомическое препарирование, световую микроскопию гистологических срезов, в том числе после инфузии сосудов различными массами, изготовление коррозионных препаратов, макро- и микроморфометрию с дальнейшей статистической обработкой полученных цифровых показателей.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Выявлена целесообразность изучения общих принципов структурной организации (абсолютная и относительная масса, линейные размеры органа) и топографии селезенки байкальской нерпы, которые находят отражение при клиническом обследовании, и в том числе при ультразвуковом исследовании.

2. Выделены различные формы (овальная, полусферная, трапециевидная, прямоугольная) и вырезки по краю селезенки байкальской нерпы и выведен корреляционный анализ соответствия данных показателей с процессом формирования и развития органа в раннем постнатальном онтогенезе.

3. По количеству отходящих артерий от основной магистрали (селезеночная артерия) в паренхиме селезенки и желудка выявлены четыре варианта ветвления, характеризующие общность экстраорганного артериального кровоснабжения синтопически расположенных органов.

4. Увеличение площади красной пульпы, структурных компонентов интрамурального артериального русла, коэффициента кровоснабжения, удельного кровоснабжения, венозно-артериального коэффициента и венозных синусов в паренхиме селезенки байкальской нерпы обусловлено возрастающей функциональной нагрузкой, связанной с глубоководным погружением.

**Степень достоверности и апробация результатов исследования.** Исследования проведены согласно Программы НИР, утвержденной в Росрыболовстве РФ (2015). Все разделы диссертационной работы иллюстрированы достаточным количеством фотографий, которые в полной мере подтверждают результаты собственных исследований. Полученный цифровой материал представлен в форме таблиц, диаграмм и подвергнут статистическому анализу по классическим методикам. Установленные корреляции сонографических и морфологических характеристик подтверждают их достоверность и определяют использование ультразвукового метода исследования, как основного в диагностике структурно-функционального состояния селезенки у байкальской нерпы.

Материалы исследований представлены и апробированы на международных научно-практических конференциях:

- «Климат, экология, сельское хозяйство Евразии», материалы опубликованы в электронном журнале «Актуальные вопросы аграрной науки» №19 и №20 (Иркутск, 2016);

- «Актуальные проблемы в современной науке и пути их решения» (Москва, 2016).

**Публикации результатов исследования.** Основные результаты научных исследований по теме диссертации изложены в 7-ми печатных работах, в том числе в 4-х рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ («Вестник КрасГАУ», «Вестник Алтайского ГАУ», «Вестник ИрГСХА», научно-производственный журнал «Ипология и ветеринария»).

**Объем и структура диссертации.** Диссертация изложена на 132 страницах компьютерного текста и состоит из следующих разделов: введения, обзора литературы, собственных исследований, заключения, выводов, практических предложений и сведений о практическом использовании результатов исследования. Список литературы включает 150 источников, из них 130 отечественных и 20 зарубежных. Работа иллюстрирована 65 фотографиями, в том числе 9 диаграммами и 13 таблицами.

**Личный вклад.** Диссертация является результатом исследования автора с 2013-2016 гг. Диссертантом самостоятельно проведен анализ научной литера-

туры по теме диссертации, осуществлен отбор материала, освоены современные и классические морфологические методики исследования, проведена статистическая обработка цифрового материала морфометрии и подготовлен иллюстрированный материал. Интерпретация цели и задач исследований, данных собственных исследований, выводы и практические предложения сформулированы при консультационной помощи научного руководителя, доктора биологических наук, доцента Рядинской Н.И.

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

### **1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

В обзоре литературы изложены: биологическая характеристика байкальской нерпы, анатомические особенности и гистологическое строение селезенки наземных и водных хищников, имеющих общее сходство в строении организма с эндемиком Байкала – байкальской нерпой, ультрасонография селезенки, используемая при диагностике патологий органа, а также особенности кровеносного русла селезенки наземных и водных млекопитающих.

### **2. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

#### **2.1. Материал и методы исследования**

Работа выполнена на базе кафедры анатомии, физиологии и микробиологии ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского» в период с 2013 по 2016 годы. В качестве объекта исследования использовали байкальскую нерпу, добытую в Кабанском районе Республики Бурятия в рамках Программы научно-исследовательской работы, утвержденной в Росрыболовстве Российской Федерации на 2015 год от 17 июля 2014 года.

Материалом для исследований послужила селезенка от пятидесяти четырех особей разного возраста. В соответствии с классификацией, предложенной Петровым Е.А. (2003), выделили возрастные группы байкальской нерпы.

Таблица 1 – Количество исследованных нерп разного возраста

№	Возрастная группа животных	Количество исследованных животных, гол
1	Кумутканы (особи от 1 месяца до 1 года)	n = 16
2	Неполовозрелые животные (от 1 года до 4-х лет)	n = 22
3	Половозрелые животные (от 4-х лет и старше)	n = 16
Всего		n = 54

По методу, описанному Аношко Г.П. (2000) и Чапского К.К. (1941), определяли возраст животных по кольцам дентина основания клыка и по роговым кольцам когтя.

Вскрытие трупов проводили по методу Шора Г.В. (1971), заключающийся в полной эвисцерации, после снятия шкуры и жирового слоя. При вскрытии все данные и полученные параметры регистрировали в журнале первичной документации. Взвешивание трупов осуществлялось на настольных электронных весах Work модель SCEFG 4618 BK. Массу органа определяли на лабораторных электронных весах AdventurerAR5120.

Топографию и форму органа определяли с помощью классических анатомических методов (препарирование, метод распила замороженных трупов по Пирогову), объем селезенки исследовали по объему вытесненной воды.

На базе ветеринарной клиники ОГБУ «Иркутская ГСББЖ» совместно с ветеринарными специалистами, данные топографии и формы органа были использованы при клиническом обследовании трех нерп в возрасте пяти месяцев. Для проведения ультразвукового исследования использовали аппарат MindrayDC-3, исследование проводилось микоконвексным датчиком 6C2 (5.0/6.5/8.0 МГц). Эхографическое обследование селезенки осуществляли с применением методики, описанной в ветеринарной литературе.

Для изучения архитектоники экстра- и интраорганных артерий применяли препарирование, изготовление коррозионных препаратов с предварительной инъекцией монтажной пеной «Макрофлекс» по методу Малофеева Ю.М. (2000 г.), противопожарной пеной «Invamat» по методу Рядинской Н.И. (2011). Перед введением пены сосуды промывали 0,5%-м раствором аммиака. Монтажную пену вводили в брюшную аорту. Подготовку доступа к аорте осуществляли с левой стороны брюшной полости при вскрытии животного. В промежутке между каудальной брыжеечной и почечной артериями делали минимальный надрез сосуда, через надрез вводили канюлю, закрепленную на трубку баллона с монтажной пеной. При введении пены, канюлю поворачивали поочередно в краниальную, затем в каудальную стороны. Для изучения архитектоники вен, введение монтажной пены осуществляли через селезеночную вену. Во избежание обратного выхода пены из органов, на надрез или сосуд накладывали хирургический корнцанг. Для получения коррозионных препаратов, ткань органа удаляли под действием щелочи NaOH, KOH в концентрации 25% с периодическим промыванием под проточной водой. Для более детального описания архитектоники сосудов применяли графическое моделирование.

Для гистологических исследований кусочки селезенки размером 1,5x1,5 см фиксировали в 10%-ном нейтральном формалине. Материал заключали в парафин с предварительной пропиткой в изопропиловом спирте в течение 12 часов шестикратно. Срезы толщиной 5-7-10 мкм, окрашивали гематоксилин с эозином, заключали в канадский бальзам.

Для морфометрии структурных компонентов (капсула, трабекулы, красная и белая пульпы) использовали бинокулярный микроскоп марки Levenbuk 625 Biological, цифровую камеру S510 NG5MPIXEL и программу ScopePhoto, дополнительно для определения площади красной пульпы использовали окулярную сетку, вставленную в окуляр.

Микроциркуляторное русло органа исследовали после инъекции сосудов монтажной пеной «Макрофлекс», «Invamat» под микроскопом (Ув.: Об.4, 10 и 40.Ок.10), а также после инъекции сосудов краплагом красным со скипидаром и хлороформом (масса Герота), срезы получали на замораживающем микротоме с окраской гематоксилин с эозином и без него.

Удельное кровоснабжение определяли по формуле Груздева П.В. (2002):

$$\text{Удельное кровоснабжение} = [((D_a + D_v) / 2)^4 : ^3\sqrt{V^4}] \times 2,3$$

где  $D_a$  – диаметр артерии;  $D_v$  – диаметр вены;  $V$  – объем органа.

Гемодинамическую оценку сосудистого русла селезенки определяли с помощью коэффициента кровоснабжения органа по Мерперту Е.П. (1968) по формуле:

$$K = \text{диаметр сосуда в 4-ой степени} / \text{масса органа (г)} \times 100\%$$

Венозно-артериальный коэффициент по Куприянову В.В. (1974) определяли по формуле:

$$K = B / A$$

где  $A$  – диаметр селезеночной артерии,  $B$  – диаметр селезеночной вены.

При измерении бассейна, занимаемого сосудом, определяли его длину и максимальную ширину, находили отношение одного размера к другому, выраженное в процентах. Кроме этого, по Касаткину С.Н., Липченко В.Я. (1964) определяли отношение глубины области разветвления сосуда к ее длине.

Морфометрические показатели селезенки и экстраорганных артерий измеряли с помощью стандартной линейки, сантиметровой лентой, транспортом и штангенциркуля.

Изучение морфологических препаратов проводилось с использованием микроскопа MotiсBA400, фотографирование – фотоаппарата NikonS6150, графическое моделирование рисунков – компьютерной программой «Графический редактор CorelDrawX7». Морфометрию интраорганных сосудов и микроциркуляторного русла проводили с помощью бинокулярного микроскопа марки Levenbuk 625 Biological, цифровой камеры S510 NG5MPIXEL и программы ScopePhoto.

Статистические показатели получены с помощью компьютерной программы «Статистика», цифровой материал приведен в виде средней арифметической ( $M$ ), ошибки средней арифметической ( $m$ ), критерия степени достоверности результатов по Стьюденту, коэффициента корреляции.

Систематику названия анатомических структур и образований селезенки проводили по Международной Ветеринарной Анатомической Номенклатуре (2013) и Международной гистологической номенклатуре (1999).

## **2.2. Анатомио-топографическая характеристика селезенки байкальской нерпы в постнатальном онтогенезе**

У байкальской нерпы селезенка мягкой консистенции, темно-фиолетового цвета, покрыта соединительнотканной капсулой. Орган плоский, дорсокранияльно

вытянут, имеет париетальную и висцеральную поверхности, дорсокраниальный и вентрокаудальный концы, вентральный и дорсальный края.

На висцеральной поверхности находятся ворота селезенки, в которые проходят сосуды и нервы.

Абсолютная масса селезенки равномерно увеличивается по мере развития животного: у кумутканов масса достигает  $55,1 \pm 6,06$  г, у неполовозрелых –  $67,7 \pm 2,74$  г и у половозрелых –  $88,1 \pm 2,81$  г. Зная, массу органа и массу животных, мы определили относительную массу селезенки, снижающуюся в онтогенезе (таблица 2).

В первый год жизни у нерпят наблюдали медленное увеличение длины селезенки, к этому возрасту, она варьирует в пределах от 13,5 до 16,2 см. Интенсивный рост органа в длину прослеживается в период от 1 года до 4 лет и составляет  $21,4 \pm 0,30$  см. У взрослых нерп селезенка окончательно формируется, средняя длина ее равна  $25,2 \pm 0,69$  см. Аналогичная картина роста селезенки характерна для таких линейных промеров, как ширина и толщина органа (таблица 2).

Таблица 2 – Изменение массы органа и линейных промеров селезенки у байкальской нерпы в возрастном аспекте ( $M \pm m$ )

№	Показатели	Кумутканы (от 1 мес до 1 года)	Неполовозрелые особи (от 1 года до 4 лет)	Половозрелые особи (от 4 лет и старше)
1	Масса животного, кг	$24,9 \pm 1,58$	$45,0 \pm 1,38^*$	$70,8 \pm 1,86^*$
2	Абсолютная масса, г	$55,1 \pm 6,06$	$67,7 \pm 2,74^*$	$88,1 \pm 2,81^*$
3	Относительная масса, %	$0,273 \pm 0,02$	$0,209 \pm 0,01$	$0,185 \pm 0,01$
4	Длина, см	$14,9 \pm 0,37$	$21,4 \pm 0,30^*$	$25,2 \pm 0,69^*$
5	Ширина, см	$4,6 \pm 0,20$	$6,2 \pm 0,17^*$	$7,2 \pm 0,27^*$
6	Толщина, см	$0,3 \pm 0,02$	$0,4 \pm 0,03^*$	$0,5 \pm 0,04^*$
7	Соотношение длины селезенки к ширине, %	$32,0 \pm 0,90$	$32,6 \pm 1,02$	$34,5 \pm 1,55$

\*  $P < 0,05$  разница статистически достоверна

Нами определено соотношение длины селезенки к ее ширине, которое незначительно изменяется с возрастом и составляет: у кумутканов  $32,0 \pm 0,90\%$ , у неполовозрелых –  $32,6 \pm 1,02\%$ , у половозрелых особей –  $34,5 \pm 1,55\%$ .

Линейные размеры органа, возможно, могут изменяться и независимо от возраста – при его кровенаполнении во время глубоководных погружений.

Селезенка у байкальской нерпы расположена в левом подреберье эпигастрия. Она проецируется на уровне от 13-14 межреберного пространства, достигая купола диафрагмы до 3-го поясничного позвонка. Она своим дорсокраниальным концом налегает на кардиальную часть желудка (к желудку обращена висцеральная поверхность органа), дорсальным краем граничит с левой долей поджелудочной железы, а вентральным краем – с левой латеральной долей печени. Проекция вентрокаудального конца селезенки совпадает с уровнем реберной дуги в точке, расположенной вентральнее угла 14-го ребра на  $2,5 \pm 0,4$

см, но при кровенаполнении он налегает на левую почку и проецируется соответственно на уровне 3-го поясничного позвонка. К воротам селезенки прикрепляется большой сальник, который начинается с большой кривизны желудка, и он лишен жировых отложений.

Форма органа у исследованных животных не постоянная. В большинстве случаев (74,1%) она овальная, и наблюдается в основном у неполовозрелых (в возрасте от 1 года до 4 лет) и взрослых особей (в возрасте от 4 лет и старше).

Также нами дополнительно выявлено несколько форм селезенки, которые чаще наблюдаются у кумутканов: полусферная – 14,8% случаев, прямоугольная – 7,4% случаев, трапециевидная – 3,7% случая.

Кроме того, нами отмечено, что на дорсальном крае у большинства форм селезенки имеются V-образные вырезки, которые могут быть, как четко выражены, так и незначительно или отсутствовать вовсе. Также в единичном случае на дорсальном крае прямоугольной формы нами отмечен отросток, высотой 1,2 см. Вентральный край в основном, прямой.

Дорсокраниальный конец широкий, тупой или имеет округлую форму. В трапециевидной форме дорсокраниальный конец по всей ширине имеет две хорошо заметные вырезки. Вентро-каудальный конец слегка заужен, а в прямоугольной форме имеет незначительную вырезку (рисунок 1).

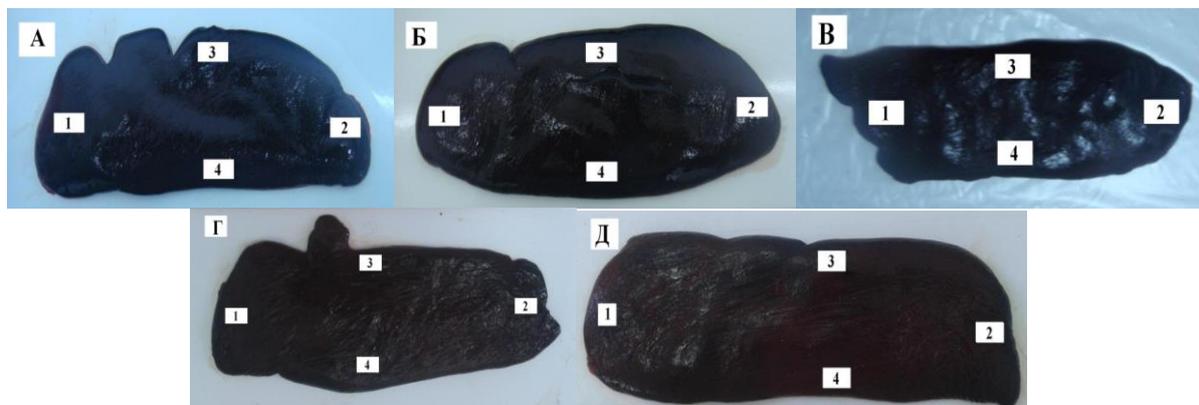


Рисунок 1 – Строение разных форм селезенки байкальской нерпы (париетальная поверхность)

А – полусферная форма; Б – овальная форма; В – трапециевидная форма; Г, Д – прямоугольная форма: 1 – дорсокраниальный конец; 2 – вентрокаудальный конец; 3 – дорсальный край; 4 – вентральный край

Нами установлена наиболее тесная связь между возрастом и абсолютной массой селезенки ( $r = 0,959$ ) у неполовозрелых животных, между возрастом и длиной селезенки ( $r = 0,982$ ) у кумутканов, между возрастом и шириной селезенки ( $r = 0,963$ ) у неполовозрелых животных, между массой животного и абсолютной массой селезенки ( $r = 0,987$ ) у неполовозрелых животных.

### 2.3. Ультразвуковое исследование селезенки байкальской нерпы

При эхографии селезенки байкальскую нерпу укладывали на правый бок. На левое подреберье эпигастрия наносили специальный контактный гель, волос

не удаляли, так как он у нерпы очень короткий, плотно прилегает к коже и не мешает датчику легко скользить.

Нами установлено, что при проведении ультразвукового исследования у байкальской нерпы в возрасте 5 месяцев, массой  $24,9 \pm 1,58$  кг, с прослойкой подкожного жира в области живота от 2,5 до 3 см, важно применять датчик с достаточной проникающей способностью (5,0-8,0 МГц). Также нами определено, что для объективной визуализации селезенки необходима компрессионная нагрузка датчика на поверхность тела животного под углом  $35^\circ$ – $45^\circ$  к ее плоскости.

Для обеспечения полной визуализации селезенки датчик перемещали вдоль реберной дуги, и в области 13–14 межреберья левого подреберья, располагая продольно и поперечно в направлении от уровня первых трех поясничных позвонков к сагиттальной плоскости в область мечевидного отростка.

Нами выявлено, что топография селезенки не изменена у всех трех исследованных нерп, но положение её непостоянное и зависит от сокращения диафрагмы, кровенаполнения органа, а также наполнения желудка пищевыми массами.

Так как большой сальник не имеет жировых отложений, контуры селезенки сохранены, они ровные, четкие, V-образные вырезки по дорсальному краю органа отмечены у одной особи. Визуализируемые участки капсулы селезенки не изменены, паренхима однородная, без проявлений очаговых изменений и дополнительных включений. В центре органа селезеночная артерия визуализируется в виде эхогенного пульсирующего сосуда удлинённой формы, ее диаметр – от 6 мм. Визуализируемые фрагменты интраорганных сосудов без признаков дилатации, с неизменными стенками. Дополнительных организованных включений в паралиенальном пространстве не дифференцируется.

Линейные размеры селезенки в пределах возрастных параметров для кумуканов и составляют: длина 13–14 см; ширина 4–5 см; толщина 0,3–0,35 см.



Рисунок 2 – УЗИ селезенки и желудка байкальской нерпы 5-месячного возраста

Таким образом, полученные данные при эхографическом исследовании селезенки у байкальской нерпы, соответствуют установленным морфологическим особенностям органа, с учетом его топографии и морфометрических показателей.

## 2.4. Гистологическая характеристика селезенки байкальской нерпы в постнатальном онтогенезе

Опорно-сократительный аппарат селезенки у байкальской нерпы представлен капсулой, системой соединительнотканых трабекул и ретикулярной тканью. Капсула селезенки имеет два слоя – наружный из соединительной ткани, позволяющей органу изменять размеры, и внутренний из мышечной ткани, при сокращении которой выводится депонированная кровь в сосудистое русло.

У исследованных животных капсула достаточно плотная, на дорсальном крае она имеет неровный контур, указывающий на наличие V-образных вырезов. С возрастом толщина капсулы незначительно увеличивается: у кумутканов она составляет  $155,0 \pm 8,16$  мкм, у неполовозрелых особей –  $184,5 \pm 5,67$  мкм, у половозрелых особей –  $215,4 \pm 10,74$  мкм.

Для всех половозрастных групп в местах отхождения трабекул характерно сужение капсулы.

От капсулы внутрь органа отходит сеть крупных, мощных, многочисленных трабекул, формирующих «своеобразный каркас» селезенки. В них расположены трабекулярные артерии и трабекулярные вены. Трабекулы проходят как прямолинейно, так и зигзагообразно, переменны по форме: могут встречаться в виде сформированного овала, рогатки, «бублика» и даже неправильно-прямоугольника.

У кумутканов трабекулы состоят из тонких волокон соединительной ткани, направляющиеся продольно и поперечно, у неполовозрелых и половозрелых животных в их строении выявлены плотные пучки соединительной ткани.

Трабекулы имеют разную протяженность и ширину, которая, как правило, увеличивается с возрастом: у кумутканов она равна  $250,7 \pm 6,58$  мкм, у неполовозрелых животных –  $347,2 \pm 8,12$  мкм, у половозрелых животных –  $380,4 \pm 14,66$  мкм.

Нами установлена тесная корреляционная взаимосвязь между возрастом и структурными элементами селезенки у кумутканов и неполовозрелых животных.

Паренхима селезенки, расположенная между трабекулами, представлена белой и красной пульпой. Белую пульпу образуют многочисленные селезеночные узелки округлой формы, состоящие из лимфоидной ткани и расположенные вокруг адвентиции.

В белой пульпе расположены центральные артерии, отчетливо граничащие с красной пульпой. Центры белой пульпы более светлые, периферия – более темная.

Диаметр белой пульпы с возрастом увеличивается: у кумутканов он составляет  $433,5 \pm 11,97$  мкм, у неполовозрелых животных –  $515,0 \pm 19,39$  мкм, у половозрелых животных –  $677,1 \pm 31,34$  мкм.

Площадь белой пульпы также расширяется, и у кумутканов равна  $594,7 \pm 10,57$  мкм<sup>2</sup>, у неполовозрелых –  $759,1 \pm 7,84$  мкм<sup>2</sup>, у половозрелых –  $815,5 \pm 6,09$  мкм<sup>2</sup>.

Нами определен корреляционный анализ, который определил взаимосвязь у кумутканов между возрастом и диаметром белой пульпы ( $r=0,967$ ) и между возрастом и площадью белой пульпы ( $r = 0,926$ ).

Хорошо заметна маргинальная зона – место перехода белой пульпы в красную. Мантийная зона представляет собой своеобразные муфты, которые слабо дифференцируются и выявляются вокруг трабекулярных артерий III-го порядка.

Основная часть селезенки байкальской нерпы образована красной пульпой, состоящей из ретикулярной ткани. Она заполнена кровяными клетками, придающими пульпе характерный цвет.

Пульпа располагается между капсулой, трабекулами и узелками белой пульпы. В ней хорошо просматриваются многочисленные артерии различного диаметра, гемокапилляры и венозные синусы.

Площадь красной пульпы значительно преобладает над белой пульпой во всех возрастных группах и составляет у кумутканов  $11880,0 \pm 567,8$  мкм<sup>2</sup>, у неполовозрелых  $13748,5 \pm 492,6$  мкм<sup>2</sup> и половозрелых  $15180 \pm 613,2$  мкм<sup>2</sup>.

## 2.5. Экстраорганные артерии селезенки у байкальской нерпы

Источником кровоснабжения селезенки байкальской нерпы является чревная артерия (a. coeliaca), разветвляющаяся по рассыпному типу. Артерия отходит от брюшной аорты, под углом  $45^{\circ}$ , на уровне 1–2 поясничного позвонка. Она представляет собой ствол, варьирующий по диаметру и длине в постнатальном онтогенезе от 6,8 мм до 18,1 мм и от 258,1 мм до 461,8 мм соответственно.

Отходя от аорты, чревная артерия отдает две ветви: селезеночную и печеночную артерии (рисунок 3). Левая желудочная артерия в 4% случаев отходит от печеночной артерии, а в остальных случаях (96%) от селезеночной.

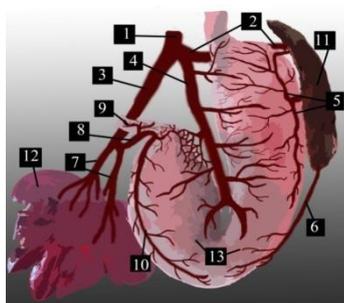


Рисунок 3. Чревная артерия (вентральная поверхность). Графическое моделирование. Байкальская нерпа, 8 месяцев: 1 – чревная артерия; 2 – селезеночная артерия; 3 – печеночная артерия; 4 – левая желудочная артерия; 5 – ветви к желудку; 6 – левая желудочно-сальниковая артерия; 7 – печеночные ветви; 8 – желудочно-двенадцатиперстная артерия; 9 – краниальная поджелудочно-двенадцатиперстная артерия; 10 – правая желудочно-сальниковая артерия; 11 – селезенка; 12 – печень; 13 – желудок

Селезеночная артерия (a.lienalis) отходит от чревной артерии, она идет вдоль органа, разветвляясь по магистральному типу. Артерия отходит под углом  $35,5 \pm 2,01^{\circ}$  у кумутканов, у неполовозрелых особей –  $45 \pm 1,86^{\circ}$ , у половозрелых особей –  $47 \pm 1,99^{\circ}$ . По мере роста и развития организма нерпы, диаметр и длина артерии увеличивается в пределах от 5,9 мм до 17,2 мм и от 167 мм и до 372 мм соответственно. Корреляционный анализ в возрастном аспекте показал

взаимосвязь между возрастом животных, длиной ( $r = 0,827$ ;  $r = 0,815$ ;  $r = 0,828$ ) и диаметром селезеночной артерии ( $r = 0,975$ ;  $r = 0,929$ ;  $r = 0,933$ ).

Первой ветвью, отходящей от селезеночной артерии, является левая желудочная артерия. Она отходит на различном расстоянии от начала селезеночной артерии (от  $0,7 \pm 0,06$  см до  $3,6 \pm 0,08$  см) во всех возрастных группах.

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 боковые ветви к паренхиме органа и к желудку. Нами выявлено, что у всех исследуемых животных селезеночная артерия является лептоареальной, так как индекс сосуда у особей первого года жизни равен  $33,7 \pm 0,88$ , у особей от года до четырех лет –  $33,8 \pm 1,01$  и от четырех лет и старше –  $32,7 \pm 1,87$ .

По количеству отходящих ветвей в паренхиму селезенки и желудка нами выявлено четыре варианта ветвления селезеночной артерии.

Первый вариант ветвления характеризуется тем, что все ветви от селезеночной артерии разветвляются в пределах органа, желудочных ветвей нами не обнаружено.

Во втором варианте селезеночная артерия имеет две крупные артерии и одну желудочную ветвь.

В третьем варианте ветвления селезеночная артерия посылает две желудочные ветви на большую кривизну желудка.

Четвертый вариант ветвления – самый редкий (6,7 %). В данном варианте от селезеночной артерии отходят только мелкие артерии, крупных нет. Желудочных ветвей – одна, но она образована двумя ветвями и отдает возвратную ветвь в селезенку, которая и компенсирует отсутствие крупных артерий в органе (рисунок 4).

Среди боковых ветвей, которые идут к паренхиме селезенки, нами выявлены крупные и мелкие сосуды во всех вариантах ветвления.

Длина боковых артерий с возрастом увеличивается и составляет у кумутканов  $21,4 \pm 0,82$  мм, у неполовозрелых особей –  $37,4 \pm 0,88$  мм и у половозрелых особей –  $48,7 \pm 1,41$  мм. В то время как, длина мелких артерий незначительно увеличивается – у кумутканов на 14,5%, у особей в возрасте от 1 года до 4 лет на 14,4% и у особей в возрасте от 4 лет и старше на 13,1%. Минимальная их длина равна – 18,3 мм, 32,0 мм, 42,3 мм соответственно возрастным группам.

Идентичная картина роста боковых крупных артерий характерна и для их диаметра, составивший у кумутканов  $3,6 \pm 0,09$  мм, у неполовозрелых –  $6,4 \pm 0,11$  мм и у половозрелых –  $8,3 \pm 0,45$  мм. Диаметр мелких артерий увеличивается в 1,5 раза и равен у кумутканов 3,2 мм, у неполовозрелых – 5,9 мм, у половозрелых – 7,5 мм.

Возрастные изменения угла отхождения крупных боковых артерий также прослеживаются с возрастом, увеличивающийся на 17% и у кумутканов составляет  $43,0 \pm 1,32^\circ$ , у неполовозрелых –  $50,4 \pm 1,05^\circ$ , у половозрелых –  $62,8 \pm 1,40^\circ$ .

В первом варианте ветвления боковых артерий три, из них самая длинная – первая ветвь (длина 54,7 мм, диаметр 9,4 мм), она подходит почти к дорсальному краю висцеральной поверхности органа. Вторая ветвь чаще доходит до дорсокраниального конца селезенки, третья крупная ветвь может быть расположена в вентрокаудальном конце органа, их промеры меньше первой на 7–10%.

Во втором варианте ветвления их две, из них первая – крупная, доходит до вентрального края селезенки. Следующая артерия короче на 2,6 мм и меньше в диаметре на 0,4 мм.

В третьем варианте крупные артерии чаще расположены в дорсокраниальном конце органа – их три. Их линейные промеры по длине и диаметру между собой равны (длина 45,4 мм, диаметр 8,3 мм).

В четвертом варианте ветвления в основном присутствуют только мелкие артерии (рисунок 4).

Количество мелких артерий во всех вариантах ветвления варьирует в пределах от 16 до 22, расстояние между которыми составляет: у кумутканов  $87,4 \pm 11,58$  мм, у неполовозрелых –  $108,2 \pm 9,38$  мм, половозрелых –  $131 \pm 15,28$  мм. Корреляционный анализ показал тесную связь между возрастом и расстоянием боковых артерий у половозрелых животных ( $r = 0,967$ ).

Длина и диаметр желудочных артерий во втором, третьем и четвертом вариантах ветвления также с возрастом увеличивается.

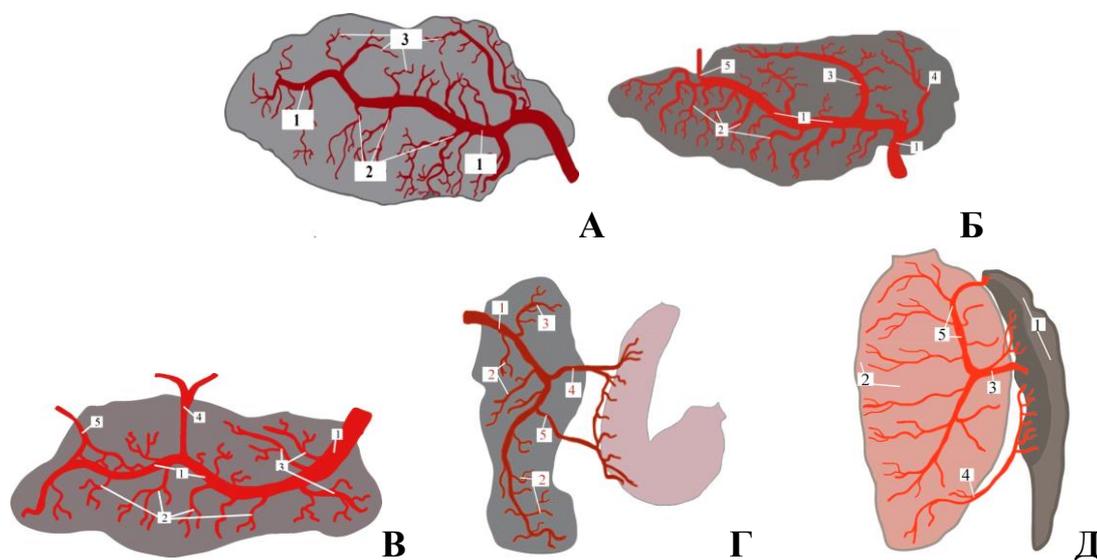


Рисунок 4. Варианты ветвления селезеночной артерии. Байкальская нерпа, 2 года (А), 1 год (Б), 4 года (В), 8 месяцев (Г), 8 месяцев (Д). Графическое моделирование с оригинала:

4А: 1 – селезеночная артерия; 2 – боковые ветви; 3 – трабекулярные артерии;

4Б: 1 – селезеночная артерия; 2 – мелкие ветви; 3, 4 – крупные ветви; 5 – желудочная ветвь;

4В, 4Г: 1 – селезеночная артерия; 2 – мелкие ветви; 3 – крупные ветви; 4, 5 – желудочные ветви;

4Д: 1 – селезенка; 2 – мелкие боковые ветви; 3 – желудочная ветвь; 4 – левая желудочно-сальникова артерия; 5 – возвратная ветвь

Таким образом, морфометрические показатели (длина, диаметр и угол отхождения) экстраорганных артерий селезенки у байкальской нерпы, как прави-

ло, увеличиваются в онтогенезе по мере развития самого организма и формирования органа.

В вентропокаудальном конце селезеночная артерия делится би-, трифуркационно и переходит в левую желудочно-сальниковую артерию.

Для наглядной гемодинамической оценки сосудистого русла мы определили коэффициент кровоснабжения (Е.П. Мерперт, 1968), который характеризует интенсивность кровоснабжения. Таким образом, коэффициент кровоснабжения у кумутканов составляет 34,5%, у молодых особей снижается до 23,2%, а у взрослых особей достигает 69% за счет роста и окончательного формирования органа. Также нами определено удельное кровоснабжение органа (П.В. Груздев, 2002), возрастающее в онтогенезе и у половозрелых животных достигает 0,0058 мл/сек на 1 см<sup>3</sup>.

## **2.6. Интраорганные артерии и микроциркуляторное русло селезенки байкальской нерпы**

К интраорганным артериям селезенки у байкальской нерпы относятся трабекулярные артерии, разветвляющиеся соответственно архитектонике трабекул. Это трабекулярные артерии I-го, II-го, III-го порядков, пульпарные и центральные артерии, их диаметр уменьшается по мере уменьшения толщины трабекул. От артерий III-го порядка кровоснабжается паренхима и капсула селезенки.

Трабекулярные артерии I-го порядка – крупные, имеют различный диаметр и длину от 178,89 мкм до 326,41 мкм и от 755 мкм до 1331 мкм соответственно. Местами они ответвляются на одинаковом расстоянии друг от друга – 7-8 мм.

Трабекулярные артерии II-го порядка более мелкие – диаметром от 149,45 мкм до 306,70 мкм и длиной от 356 мкм до 600 мкм.

Трабекулярные артерии III-го порядка, самые мелкие, имеющие практически одинаковые диаметр до 130 мкм и длину до 300 мкм.

Нами определен коэффициент корреляции между возрастом и длиной трабекулярных артерий I-го, II-го, III-го порядков, в результате чего выявлена наиболее тесная связь у кумутканов ( $r = 0,926$ ;  $r = 0,912$ ;  $r = 0,917$ ).

Стенка трабекулярных артерий состоит из интимы, меди и адвентиции. Интима образована эндотелием, базальной мембраной и подэндотелиальным слоем. Между интимой и медией выявлена внутренняя эластическая мембрана. Медиа состоит из гладких мышечных волокон, располагающихся циркулярно оси сосуда, эластических и коллагеновых волокон. Медиа отделена от адвентиции – наружной эластической мембраной. Адвентициальная оболочка образована рыхлой соединительной тканью, фиксирующая артерию в определенном положении и ограничивающая ее растяжение. В адвентиции расположены мелкие кровеносные сосуды, питающие стенку артерий.

Толщина слоев стенки незначительно варьирует с возрастом: интима от 37,05 до 55,20 мкм, медиа от 46,21 до 62,48 мкм и адвентиция от 19,19 до 29,84 мкм.

В совокупности интраорганные артерии представляют собой вариабельную, очень густую, как радиальную, так и извилистую сеть артериального, микроциркуляторного и венозного русла, отходящих друг от друга на разном расстоянии и под разным углом, напоминающих крону деревьев.

Трабекулярные артерии III-го порядка переходят в пульпарные сосуды, образуя пульпарные артерии, диаметром у кумутканов  $68,7 \pm 3,75$  мкм, у неполовозрелых –  $84,9 \pm 3,56$  мкм, у половозрелых –  $115,0 \pm 7,39$  мкм. Стенка пульпарных артерий также состоит из трех оболочек: интимы, медиа и адвентиции и отличается от трабекулярной артерии III-го порядка наличием 2 слоев циркулярных волокон в мышечной оболочке. Вокруг пульпарных артерий располагаются лимфатические узелки белой пульпы.

Пульпарные артерии дают начало центральным артериям, диаметром у кумутканов  $57,0 \pm 2,05$  мкм, у неполовозрелых –  $75,7 \pm 1,13$  мкм, у половозрелых –  $96,6 \pm 2,06$  мкм. В стенке центральных артерий имеется интима, представленная одним слоем эндотелиальных клеток, медиа с отдельными мышечными элементами и слабо выраженная адвентициальная оболочка. Центральная артерия, выходя из белой пульпы распадается на кисточковые артериолы.

Микроциркуляторное русло селезенки представлено кисточковыми артериолами, прекапиллярами, гемокапиллярами, венозными синусами и венулами.

На конечных участках кисточковых артериол обнаружены утолщения – гильзы, в них имеется сократительные элементы. Диаметр кисточковых артериол варьирует от 25,83 мкм до 46,63 мкм.

В строении артериол также обнаружены внутренняя, средняя и наружная оболочки, но выражены они слабее, чем в артериях. Внутренняя оболочка состоит из эндотелиальных клеток. Средняя оболочка представлена гладкомышечными клетками, расположенные в один ряд по спирали. В наружной оболочке адвентициальные клетки прилегают к мышечной оболочке.

Артериолы далее разветвляются на гемокапилляры. Стенка капилляров тонкая, состоит из одного слоя эндотелиальных клеток, находящихся на базальной мембране. Гемокапилляры впадают в венозные синусы красной пульпы, стенки которых образованы эндотелиальным синцитием. Наличие венозных синусов позволяет нам отнести селезенку байкальской нерпы к синусоидному типу.

Синусы крупные, имеют разнообразную форму, ширина которых увеличивается в онтогенезе и составляет: у кумутканов –  $55,4 \pm 4,81$  мкм, у неполовозрелых –  $113,6 \pm 12,10$  мкм, у половозрелых –  $208,4 \pm 5,48$  мкм. В них происходит скопление крови. На месте перехода в венулы в синусе имеются сократительные элементы.

Корреляционный анализ показал тесную связь между возрастом и диаметром интраорганных артерий.

## 2.7. Венозное русло селезенки байкальской нерпы

Отток венозной крови из селезенки у байкальской нерпы начинается от синусов венулами, впадающими в пульпарные венулы, последние из которых направляются в трабекулярные вены. Трабекулярные вены, также как и артерии, подразделяются соответственно архитектонике трабекул на вены I-го, II-го и III-го порядков.

Трабекулярные вены I-го порядка по диаметру ( $381,2 \pm 9,67$  мкм,  $539,1 \pm 18,27$  мкм,  $759,8 \pm 13,89$  мкм соответственно по возрастным группам) не отличается от диаметра артерий III-го порядка. Тогда как, диаметр трабекулярных вен II-го и III-го порядков значительно превышают диаметр артерий II-го и I-го порядков во всех возрастных группах исследуемых животных.

Тесная корреляционная взаимосвязь нами определена у неполовозрелых животных между возрастом, длиной ( $r = 919$ ) и диаметром трабекулярных вен III порядка ( $r = 990$ ).

Стенка трабекулярных вен безмышечного типа, она состоит из двух слоев внутреннего и наружного. Наружная стенка вены срастается с соединительной тканью трабекулы.

Следующим звеном в венозном русле являются боковые корни селезеночной вены, сливающиеся в селезеночную вену под углом  $25^{\circ}$ , у всех исследуемых групп. Боковые корни и сама селезеночная вена, как правило, повторяет ход артерий и поэтому их длина практически не отличается от таковых, но диаметр увеличен во 2,5 раза и составляет у кумутканов  $10,8 \pm 0,33$  мм, у неполовозрелых –  $24,2 \pm 0,40$  мм и у половозрелых –  $36,4 \pm 0,45$  мм.

В связи с этим, нами определен венозно-артериальный коэффициент для выявления изменений интенсивности обмена веществ в селезенке байкальской нерпы (таблица 3).

Таблица 3 – Венозно-артериальный коэффициент

№	Половозрастная группа	Показатель
1	Кумутканы (от 1 мес до 1 года)	$1,6 \pm 0,07$
2	Неполовозрелые животные (от 1 года до 4 лет)	$2,2 \pm 0,05$
3	Половозрелые животные (от 4 лет и старше)	$2,4 \pm 0,09$

Варианты слияния боковых корней и самой вены также повторяют варианты ветвления артерий, поэтому их также четыре типа. От селезеночной вены венозная кровь сливается в воротную вену.

Нами определен коэффициент корреляции, показавший тесную связь между возрастом и длиной селезеночной вены у неполовозрелых животных ( $r = 898$ ), между возрастом и диаметром селезеночной вены у кумутканов ( $r = 947$ ), между возрастом и углом слияния селезеночной вены у половозрелых животных ( $r = 937$ ).

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщая результаты исследований установлено, что селезенка байкальской нерпы имеет сходное строение по цвету, консистенции, топографии с наземными и водными хищниками. Относительная масса органа у наземных и водных млекопитающих достаточно вариабельна – зависит от среды обитания, возраста и функциональной нагрузки на орган, что согласуется с данными Муллахметовой Р.Р. (1984), Кузина А.Е. (1999), Вишневской Т.Я. (2012), Stewardson C.L. и др. (1999), Reynolds John E., Rommel Sentiel A. (2008), Smodlaka H. (2004), Taina Usenius и др. (2007).

В то же время, в селезенке исследуемого животного выявлены анатомические особенности в многообразии форм органа: полусферная, прямоугольная, трапециевидная, характерные для кумутканов и овальная – для остальных возрастных групп. Данная особенность связана с процессом формирования и развития органа в раннем постнатальном онтогенезе, и возможно, находит отражение в рекапитуляции развития органа у других водных млекопитающих (Жеденов А.Ф., 1958).

Анатомическая особенность выявлена и во внутреннем строении селезенки у байкальской нерпы Прониной С.В. (2006), Ламажаповой Г.П. (2013) и подтверждается нашими исследованиями – строма органа представлена плотной капсулой и мощным соединительнотканым каркасом, площадь красной пульпы значительно превалирует над белой. Гистологическое строение селезенки байкальской нерпы сходно с другими водными млекопитающими (Stewardson C.L. и др., 1999; Володина В.В., 2012).

При эхографии селезенки байкальской нерпы в возрасте 5-ти месяцев выявлено, что ее топография, линейные размеры и форма соответствуют ранее полученным нами показателям для кумутканов.

Источником кровоснабжения селезенки наземных и водных хищников, в том числе и байкальской нерпы, является селезеночная артерия. Выявлено четыре варианта ветвления селезеночной артерии и четыре варианта слияния селезеночной вены у байкальской нерпы, также различные варианты ветвления селезеночной артерии у наземных хищников описаны в работах Миняева Г.И., 1958; Пащенко В.С., 1999; Вишневской Т.Я., 2004.

Орган интенсивно кровоснабжается, что подтверждается коэффициентом кровоснабжения, удельным кровоснабжением и морфометрическими показателями экстра- и интраорганных сосудов.

Архитектоника микроциркуляторного русла селезенки байкальской нерпы идентична с таковой у других животных (Чернух А.М., 1984, Удовин Г.М., 1986, Вишневская Т.Я., 2011). Селезенка байкальской нерпы относится к синусоидному типу, так как в ней отмечено наличие крупных венозных синусов, разнообразной формы.

Боковые корни и сама селезеночная вена байкальской нерпы повторяют ход артерий, и поэтому их длина практически не отличается от таковых, но диаметр увеличен в 2,5 раза. На степень выраженности структуры венозного русла ныряющих млекопитающих указывает и Галанцев В.П. (1983).

## ВЫВОДЫ

1. Селезенка у байкальской нерпы мягкой консистенции, темно-фиолетового цвета, имеет париетальную и висцеральную поверхности, дорсо-краниальный и вентрокаудальный концы, дорсальный и вентральный края. Абсолютная масса и линейные промеры органа с возрастом увеличиваются: у неполовозрелых животных на 22,8%, у половозрелых животных на 59,8% по сравнению с кумутканами, а относительная масса снижается: у неполовозрелых особей на 23,4% и у половозрелых особей на 32,2% по сравнению с кумутканами. Выявлена тесная корреляционная связь между возрастом, абсолютной массой и линейными промерами селезенки.

2. Селезенка байкальской нерпы располагается в левом подреберье эпигастрия, проецируется на уровне от 13-14 межреберья до 3 -го поясничного позвонка. Синтопически селезенка граничит с диафрагмой, кардиальной и фундальной частями желудка, с левой долей поджелудочной железы, с левой почкой и с большим сальником. Ее дорсокраниальный конец достигает купола диафрагмы и налегает на кардиальную часть желудка, к которой обращена висцеральная поверхность органа. Вентрокаудальный конец при кровенаполнении органа, достигает в сегментальной плоскости третьего поясничного позвонка, прилежит к левой почке, дорсальный край граничит с левой долей поджелудочной железы, вентральный край – с левой латеральной долей печени. К воротам селезенки крепится большой сальник, лишенный жировых отложений, в котором проходят две желудочно-селезеночные связки.

3. Селезенка у байкальской нерпы имеет полусферную, трапецевидную и прямоугольную формы с четко выраженными V-образными вырезками у кумутканов (особи от 1 месяца до 1 года) – в 26 % случаев, что связано с процессом формирования и развития органа. У взрослых животных чаще встречается овальная форма органа с ровными краями (74%).

4. Полученные данные при эхографическом исследовании селезенки у байкальской нерпы, соответствуют установленным морфологическим особенностям органа, с учетом его топографии и морфометрических показателей: линейные размеры селезенки в пределах возрастных параметров для кумутканов; контуры селезенки сохранены, они ровные, четкие, V-образные вырезки по дорсальному краю органа отмечены у одной особи; визуализируемые участки капсулы селезенки не изменены, паренхима однородная, без проявлений очаговых изменений и дополнительных включений.

5. Отличительной особенностью гистологического строения селезенки у байкальской нерпы является наличие плотной соединительнотканной капсулы, она у неполовозрелых животных увеличивается в 1,19 раза и у половозрелых животных – в 1,38 раза по отношению к кумутканам. Трабекулы имеют разную протяженность и ширину, увеличивающуюся у неполовозрелых животных на 27,8% и у половозрелых животных на 34% по сравнению с кумутканами, что подтверждено коэффициентом корреляции между возрастом и шириной трабекул, между длиной селезенки и шириной трабекул.

6. В белой пульпе отчетливо выражена граница маргинальной зоны. В красной пульпе имеется большое количество эритроцитов, придающих селезенке специфический цвет, такое строение характерно для всех исследуемых возрастных групп. Площадь белой пульпы с возрастом увеличивается в 1,3 раза у неполовозрелых особей и в 1,4 раза по сравнению с кумутканами. Площадь красной пульпы значительно преобладает над белой пульпой во всех возрастных группах и составляет у кумутканов  $11880,0 \pm 567,8$  мкм<sup>2</sup>, у неполовозрелых  $13748,5 \pm 492,6$  мкм<sup>2</sup> и половозрелых  $15180 \pm 613,2$  мкм<sup>2</sup>.

7. Основным источником кровоснабжения селезенки у байкальской нерпы является селезеночная артерия, идущая вдоль органа и разветвляющаяся по магистральному типу. Она является лептоареальной (индекс сосуда у всех исследованных животных  $<60^\circ$ ). Интенсивный рост всех видов артерий наблюдается у неполовозрелых животных, в среднем в 2 раза, по сравнению с кумутканами, что связано с физиологическим периодом формирования организма байкальской нерпы и соответственно с увеличением линейных промеров органа. У половозрелых животных отмечается незначительное увеличение диаметра и длины артерий, что связано с окончательным формированием органа.

8. От селезеночной артерии в паренхиму органа отходят боковые ветви, среди которых могут быть и желудочные ветви, которые идут к желудку. По количеству отходящих артерий в паренхиму органа и желудка выявлено 4 варианта ветвления: артерии разветвляются в пределах органа, но желудочных ветвей нет; с одной желудочной ветвью; с двумя желудочными ветвями; с двумя желудочными и одной возвратной ветвью. Коэффициент кровоснабжения селезенки достоверно больше у половозрелых животных.

9. Интраорганными артериями селезенки байкальской нерпы являются трабекулярные артерии I-го, II-го и III-го порядков, пульпарные и центральные артерии, их диаметр уменьшается по мере уменьшения толщины трабекул, достигая минимального значения у кумутканов. Длина артерий I-го, II-го и III-го порядков увеличивается с возрастом у неполовозрелых на 1,31 раза и у половозрелых на 1,43 раза по сравнению с кумутканами. Стенка артерий селезенки у байкальской нерпы состоит из интимы, меди и адвентиции.

10. Микроциркуляторное русло селезенки представлено кисточковыми артериолами, их диаметр варьирует от 45,83 мкм до 86,63 мкм; прекапиллярами, гемокапиллярами, венозными синусами и пульпарными венулами. Ширина венозных синусов также увеличивается с возрастом на 51,2% у неполовозрелых и на 73,4% у половозрелых по отношению к кумутканам. Установленные микроморфологические особенности байкальской нерпы могут способствовать депонированию большого количества крови.

11. Отток венозной крови из селезенки у байкальской нерпы начинается от лакун в пульпарные венулы, они впадают в трабекулярные вены, которые также, как и артерии, подразделяются соответственно архитектонике трабекул на вены I-го, II-го и III-го порядков. Трабекулярные вены I-го порядка по диаметру не отличается от диаметра артерий III-го порядка, тогда как, диаметр трабекулярных вен II-го и III-го порядков значительно превышают диаметр артерий II-

го и I-го порядков во всех возрастных группах исследуемых животных в 4,7 раза. Стенка трабекулярных вен по строению относится к безмышечному типу. Боковые корни и сама селезеночная вена повторяет ход артерий и поэтому их длина практически не отличается от таковых, но диаметр увеличен в 2,5 раза. Венозно-артериальный коэффициент у взрослых особей больше на 8,3%, чем у молодых.

### **Практические предложения**

1. Результаты исследований дополняют и расширяют сведения в области видовых и возрастных морфологических особенностей организма водных млекопитающих.
2. Основные результаты исследования могут быть использованы при проведении научных исследований, в учебном процессе вузов и колледжей биологического профиля, а также при составлении монографий, учебных и справочных пособий по эволюционной, сравнительной, возрастной, видовой и функциональной морфологии различных видов животных.
3. Выявленные морфологические особенности селезенки и ее кровеносного русла байкальской нерпы являются базовыми при клиническом обследовании, в том числе и проведении ультразвукового исследования.

### **Сведения о практическом использовании результатов**

1. Выявленные общие принципы структурной и топографической организации органа внедрены в практику городской станции по борьбе с болезнями животных г. Иркутска при клиническом обследовании байкальской нерпы, в том числе и при ультразвуковом исследовании.
2. Используются при чтении лекций и проведении занятий по анатомии, физиологии в ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», в ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова», в ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского», в ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», в ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», в ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия», в ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления».
3. Результаты работы вошли в электронное учебное пособие «Атлас по анатомии байкальской нерпы» и также могут быть использованы в разделе «Органы кроветворения и иммунной системы» монографии «Морфогенез органов байкальской нерпы».

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### *Публикации в научных журналах, рецензируемых ВАК:*

1. Сайванова, С.А. Кровоснабжение селезенки у байкальской нерпы / С.А. Сайванова, Н.И. Рядинская, О.П. Ильина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2016. - №2 (136). – С. 132-137.
2. Рядинская, Н.И. Особенности экстраорганных артерий селезенки, печени, желудка и поджелудочной железы у байкальской нерпы / Н.И. Рядинская, С.А. Сайванова, С.Д. Саможапова, В.Н. Тарасевич, Е.Н. Тарасевич., Е.С. Чистова // Вестник КрасГАУ, 2016. – № 3. – С. 121-129.
3. Сайванова, С.А. Анатомические особенности селезенки у байкальской нерпы / С.А. Сайванова, Н.И. Рядинская, О.П. Ильина // Ежеквартальный производственный журнал «Иппология и ветеринария». –С-Пб., 2016. - № 19 (1) – С.95-100.
4. Сайванова, С.А. Микроциркуляторное русло селезенки у байкальской нерпы / С.А. Сайванова, Н.И. Рядинская, О.П. Ильина // Вестник ИрГСХА. – Иркутск, 2016. - № 73. – С. 36-42.

### *Материалы, опубликованные в других научных журналах и сборниках конференций:*

5. Сайванова, С.А. Морфофункциональные особенности в строении и кровоснабжении селезенки у байкальской нерпы в постнатальном онтогенезе / С.А. Сайванова // Электронный журнал «Актуальные вопросы аграрной науки 2016», № 20. – С. 23-29: // [http: agronauka.igsha.ru](http://agronauka.igsha.ru)
6. Сайванова, С.А. Гистологические особенности в строении селезенки байкальской нерпы / С.А. Сайванова // Электронный журнал «Актуальные вопросы аграрной науки 2016», № 19. – С. 38-42: // [http: agronauka.igsha.ru](http://agronauka.igsha.ru)
7. Рядинская, Н.И. Ультразвуковое исследование селезенки, желудка и поджелудочной железы у байкальской нерпы/ Н.И. Рядинская, С.А. Сайванова, С.Д. Саможапова, О.К. Демиденко, Сахаровский А.В. // Современные концепции научных исследований. Евразийский союз ученых: материалы XXV международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы в современной науке и пути их решения». – М., 2016. – № 6 (27) часть 3. – С. 144-147.

Подписано в печать 02.02.2017.  
Формат 60x84 1/16. Гарнитура «Таймс».  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,0.  
Тираж 100. Заказ № 1423.

Отпечатано в ООО «Мегапринт»  
664025, г. Иркутск, ул. С. Разина, 42, оф.3  
Тел.: 8 (3952) 20-20-59