

На правах рукописи

Хватов Виктор Александрович

**ВОЗРАСТНАЯ МОРФОЛОГИЯ СЕРДЦА
КОЗЫ АНГЛО-НУБИЙСКОЙ ПОРОДЫ**

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

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертации на соискание ученой степени
кандидата ветеринарных наук

Санкт-Петербург–2021

Работа выполнена на кафедре анатомии животных Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»

Научный руководитель – Щипакин Михаил Валентинович,
доктор ветеринарных наук, доцент, заведующий кафедрой анатомии животных ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины».

Официальные оппоненты: Рядинская Нина Ильинична,
доктор биологических наук, доцент, заведующая кафедрой анатомии, физиологии и микробиологии ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского»;

Фоменко Людмила Владимировна
доктор ветеринарных наук, профессор кафедры анатомии, гистологии, физиологии и патологической анатомии факультета ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина».

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского».

Защита состоится «02» ноября 2021 г. в 11.00 часов на заседании диссертационного совета Д 220.059.05 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины» по адресу: 196084, Санкт-Петербург, ул. Черниговская д.5, тел/факс 8(812) 388-36-31.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО СПбГУВМ по адресу: 196084, Санкт-Петербург, ул. Черниговская д.5., и на официальном сайте <http://spbguvm.ru>

Автореферат размещен на сайтах: ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации: <https://vak.minobrnauki.gov.ru> 30.08.2021 г. и ФГБОУ ВО СПбГУВМ: <http://spbguvm.ru> 30.08.2021 г.

Автореферат разослан « » _____ 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Кузнецова
Татьяна Шамильевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Козоводство – является развивающейся и перспективной отраслью сельского хозяйства в Российской Федерации. Повышение продуктивности сельскохозяйственных животных – одно из главных и составляющих направлений в развитии отрасли. Англо-нубийская коза – это британская порода коз, которая относится к отряду парнокопытных (*Artiodactyla*) и подотряду жвачные (*Rumimantia*). Данная порода была выведена в XIX веке путем селекции крупных вислоухих коз с коренными британскими. Данная порода считается универсальной, так как при средней лактации англо-нубийские козы дают в год от 800,00 до 1000,00 литров молока, при чем жирность этого молока составляет от 4,00 до 8,00%, а белка – 3,70%. Молоко данной породы считается наиболее выгодным и наименее затратным для изготовления сыров, оно не имеет типичного козьего запаха и обладает орехово-сливочным привкусом, что делает данный продукт особо привлекательным. Также козы англо-нубийской породы являются отличным источником мясной продукции, мясо молодняка данного вида обладает приятным, нежным вкусом без типичного для коз запаха (И. И. Калугин, 1924; Э. М. Бикчентаев, 1983; Т. Shimada, 1986; A. Nabipour, 2000; А. И. Вишняков, 2000; A. Nabipour, 2002; A. A. Mohammadpour, 2007; J. L. P. Neto, 2009; М. Ж. Нурушев, 2010; С. R. Leão, 2010; K. Barszcz, 2019).

Сердечно-сосудистая система – это одна из важнейших систем, которая участвует в регуляции гомеостаза в организме животного. Изучение особенностей строения внутренних структур сердца, а также сосудистого русла, считается актуальным и существенным звеном для отечественной морфологии. Это связано с тем, что ветеринарная кардиология и сердечно-сосудистая хирургия являются в настоящий момент одним из самых развивающихся направлений в ветеринарной медицине (A. U. Ferrari, 2003; Е. Н. Чаплыгина, 2013; R. H. Anderson, 2004; W. L. Wilke, 2009; С. А. Куга, 2012; В. К. Вансяцкая, Е. А. Кирпанева, 2014; М. В. Щипакин, А. В. Прусаков, 2015; Н. В. Зеленевский, 2016; Фоменко Л. В., 2017; Р. А. Жилин, 2017; W. Perez, 2018; Лемещенко В. В., 2019; В. Н. Тарасевич, Н. И. Рядинская, 2020).

Степень разработанности темы. До настоящего времени остаются не изучены возрастные и породные закономерности морфологии внутренней поверхности сердца, его артериальной и венозной васкуляризации и синоатриальной системы у мелкого рогатого скота, а в частности у коз. Более глубокое и детальное знание породистых особенностей строения отдельных видов животных расширяет теоретическую базу сравнительной анатомии домашних животных, а также позволяет применять эти данные в практической отрасли ветеринарной медицины, в частности при ветеринарно-санитарной экспертизе в Санкт-Петербурге и Ленинградской области.

Актуальность обозначенных проблем обусловила выбор проведенных нами научных исследований, в которых мы предприняли попытку определить основные закономерности формирования и развития сердца коз англо-нубийской породы на основании изучения морфологии его структур.

Цель и задача исследований. Цель исследования – изучить морфологию сердца коз англо-нубийской породы в возрастном аспекте.

Задачи исследования:

1. Установить возрастные анатомо-топографические закономерности внутренних структур сердца коз англо-нубийской породы;

2. Определить гистологические закономерности строения структур сердца коз англо-нубийской породы;

3. Определить магистральные источники артериальной и венозной васкуляризации сердца коз англо-нубийской породы.

Научная новизна полученных результатов. На достаточном количестве датированного материала с применением комплекса традиционных и современных морфологических методов установлены особенности строения внутренних структур сердца коз англо-нубийской породы в возрастном аспекте. Определены гистологические закономерности строения структур сердца коз англо-нубийской породы. Установлены магистральные источники артериальной и венозной васкуляризации сердца у данной породы коз.

Теоретическая и практическая значимость. Полученные в результате научного исследования оригинальные сведения о возрастных закономерностях морфологии сердца, безусловно, обогащают и дополняют теоретические данные по породной, возрастной и сравнительной анатомии представителей подотряда жвачные (Ruminantia). Они могут быть использованы при чтении лекций и проведении практических занятий в высших учебных заведениях биологического профиля, а также при составлении учебников, учебных пособий и справочных руководств по морфологии и морфофизиологии в качестве фактического материала. Полученные в результате исследования данные необходимы ветеринарным специалистам для установления патогенеза болезней сердечно-сосудистой системы, а также для организации мероприятий, направленных на лечение и профилактику болезней сердца. Также они могут быть использованы при организации и проведении научно-исследовательской работы, касающейся морфологии и физиологии сердечно-сосудистой системы для поиска путей ремоделирования, необходимых при изучении многих патологических состояний.

Методология и методы исследований. Для изучения закономерностей морфологии сердца коз англо-нубийской породы был осуществлен комплекс мероприятий, который включает в себя следующие методы исследования: тонкое анатомическое препарирование с использованием стереоскопического микроскопа МБС-10; макро- и микроморфометрия; магнитно-резонансная томография; компьютерная томография; вазорентгенография; изготовление

коррозионных препаратов с использованием безусадочных пластических масс акрилового ряда; полимерное бальзамирование.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Морфометрические особенности строения внутренних структур сердца козы англо-нубийской породы в возрастном аспекте;

2. Гистогенез основных структур сердца козы англо-нубийской породы;

3. Морфологические особенности онтогенеза магистральных источников артериального и венозного кровоснабжения сердца у козы англо-нубийской породы;

Степень достоверности и апробация результатов. Научные изыскания проведены на сертифицированном оборудовании и достаточном количестве кадаверного материала согласно утвержденному плану исследований. Морфометрические данные обработаны методом вариационной статистики.

Материалы диссертационной работы доложены на конференциях различного уровня, где получили признание и одобрение ведущих морфологов Российской Федерации: 73-й Международной научной конференции молодых ученых и студентов СПбГАВМ (Санкт-Петербург, 2019); Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны» (Санкт-Петербург, 2019); Национальной научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы ветеринарной морфологии и высшего зооветеринарного образования» (Москва, 2019); IX международной научно-практической конференции «Молодые ученые в решении актуальных проблем науки» (Владикавказ, 2019); Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, почетного работника ВПО РФ, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Любимова Александра Ивановича «Аграрное образование и наука – в развитии животноводства» (Ижевск, 2020); Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны» (Санкт-Петербург, 2020); Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию факультета ветеринарной медицины Ижевской ГСХА «Современная ветеринарная наука: теория и практика» (Ижевск, 2020); Всероссийской (национальной) научно-практической конференции «Морфология в XXI веке: теория, методология, практика» (Москва, 2021).

Материалы диссертационной работы используются в учебном процессе и научно-исследовательской деятельности на кафедре нормальной и патологической морфологии и физиологии животных ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», на кафедре паразитологии и ветсанэкспертизы, анатомии и патанатомии им. профессора С. Н. Никольского ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», на кафедре анатомии и физиологии животных Академии

биоресурсов и природопользования ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», на кафедре анатомии, гистологии и физиологии ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет им. М. М. Джембулатова», на кафедре анатомии, гистологии, физиологии и патологической анатомии ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина».

Материалы диссертационной работы представлены на Всероссийском конкурсе на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, где получили одобрение и диплом за второе место. По теме диссертационной работы выигран конкурс на лучшие проекты фундаментальных научных исследований, выполняемые молодыми учеными, обучающимися в аспирантуре «Аспиранты» при поддержке РФФИ № 19-316-90033.

Публикация результатов исследований. По теме диссертации опубликовано 18 работ: в сборниках материалов всероссийских и международных конференций, центральных журналах и отдельных изданиях. Из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ для публикации основных результатов диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук – шесть работ (Вопросы нормативно–правового регулирования в ветеринарии – 1; Международный вестник ветеринарии – 4; Морфология – 1); в индексируемой базе цитирования Scopus – 1; Web of Science – 1; региональной печати – 10.

Личный вклад. Диссертация представляет собой результат исследований автора, проведенных в период с 2018–2021 гг. Автором самостоятельно была поставлена цель исследования, определены его основные задачи, выстроен план проведения исследований по изучению возрастной морфологии сердца козы англо-нубийской породы, самостоятельно проведен анализ полученных результатов, а также проведено их обобщение, написаны статьи, составлены презентации и написан текст к выступлениям на конференциях. В статьях, опубликованных совместно с Щипакиным М.В. основная часть работы выполнена соискателем. Соавтор не возражает в использовании данных результатов. Личный вклад составляет 90%.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 161 страницах компьютерного текста. Включает в себя разделы: обзор литературы, материал и методы исследования, результаты собственных исследований, обсуждение результатов собственных исследований, заключение, включающее выводы, практические предложения, рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы, список литературы, состоящего из 215 источников, в том числе 117 отечественных и 98 иностранных авторов. Текст диссертации содержит 16 таблиц, а также 65 микро- и макрофотографий.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и метода исследования

Исследования и обработка полученного материала были проведены в течение 2018–2021 гг. на кафедре анатомии животных ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины». Кадаверным материалом для исследования послужили трупы коз англо-нубийской породы, полученные при забое из фермерского хозяйства «Гжельское подворье» Московской области и доставленные на кафедру анатомии животных ФГБОУ ВО СПбГУВМ. Для изучения особенностей строения сердца коз англо-нубийской породы был осуществлен комплекс мероприятий, включающий в себя различные методы исследования. Основными из них явились такие исследования, тонкое анатомическое препарирование с использованием стереоскопического микроскопа МБС-10; макро- и микроморфометрия; вазорентгенография; изготовление гистологических препаратов; компьютерная томография; магнитно-резонансная томография; изготовление коррозионных препаратов с использованием безусадочных пластмасс акрилового ряда; полимерное бальзамирование.

Кадаверный материал для исследования был разделен на три возрастные группы животных: новорожденные козы 10–14 дней; половозрелые козы шести – семи месяцев; и годовалые 12 месяцев и старше. Возраст исследуемых коз определяли по бонитировочным карточкам хозяйства, по заключению главного ветеринарного специалиста фермерского хозяйства «Гжельское подворье», а также по разработанным методикам профессора И. И. Калугина, рассчитанных на определение возраста животного по зубной формуле. Характеристика исследованного материала приведена в таблице 1. Всего было исследовано 144 животных.

С помощью тонкого анатомического препарирования из грудной полости коз англо-нубийской породы извлекался трахео-легочно-сердечный комплекс органов. Перед проведением каждого исследования были исключены органопатологии сердца и органов грудной полости, а также прилежащих к сердцу сосудов. Для определения видовых особенностей и характера внутриорганного строения миокарда сердца образцы отбирали в трех участках: в области основания сердца, верхушки сердца и в области субсинусной борозды. При исследовании сердца определяли количество полостей, их размеры и степень развития, а также их внутренние структуры. Метод тонкого анатомического препарирования проводился на свежих и размороженных сердцах коз англо-нубийской породы. С помощью саггитального разрез вдоль сердца, от его верхушки до основания, вскрывались полости сердца. С помощью электронного штангенциркуля модели «Тато professional» с ценой деления 0,05 мм были проведены такие линейные замеры, как максимальная длина сердца от его основания до верхушки, длина и ширина каждой отдельной полости сердца, а также

толщина их стенок. Абсолютную массу сердца вычисляли на электронных весах «CAS 0,2 HFS» с точностью до 0,10 г.

Таблица 1 – Характеристика исследуемого материала

Методы исследований	Возрастные группы исследуемых животных, голов			
	Новорожденные 10–14 дней	Половозрелые 6-7 месяцев	Годовалые 12 месяцев и старше	Всего исследовано
Тонкое анатомическое препарирование, макро- и микроморфометрия	10	9	10	29
Изготовление коррозионных препаратов	9	9	8	26
Вазорентгенография	9	9	7	25
Полимерное бальзамирование	–	–	2	2
Магниторезонансная томография	8	7	8	23
Компьютерная томография	7	6	6	19
Гистологическое исследование	7	7	6	20
ВСЕГО	50	47	47	144

Коррозионные препараты изготавливали с использованием пластмассы «Редонт-3» по методу, разработанному морфологами ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина» под руководством профессора Г. А. Хонина в модификации Н. В. Зеленецкого, М. В. Щипакина и др. (2014). Для этого растворяли одну часть сухого вещества в двух частях растворителя. Для того, чтобы получился прочный препарат, раствор размешивали стеклянной палочкой в течение двух минут, далее полученную массу набирали в шприц и вводили через канюлю в луковицу аорты. В связи с тем, что полимер «Редонт-03» быстро застывает в шприце и канюле, его вводили быстро и под давлением. После введения пластической массы кадаверный материал фиксировали в 10,00% растворе формалина семь – восемь дней. После этого кадаверный материал разогревали на медленном огне в течение часа и затем подвергали коррозионной обработке в водном растворе гидроокиси калия (в разведении 1:2). Коррозионную обработку проводили в течение четырех – десяти суток. В процессе коррозионной обработки проводили периодическое промывание препаратов в проточной воде для лучшего очищения полимерного отпечатка от лизированных окружающих тканей. При обработке все мягкие ткани под

действием гидроокиси калия растворяются – остается лишь полимерный отпечаток полостей исследуемого объекта.

Для проведения вазорентгенографии кадаверный материал подготавливали путем разогревания около четырех-пяти часов на водяной бане с температурой воды 50°C. После этого проводилась катетеризация брюшной аорты кадаверного материала. Труп козы англо-нубийской породы укладывали таким образом, чтобы получить доступ к брюшной аорте. Укладывали на правую сторону и затем путем поперечного разреза в области выпуклого края последнего ребра вскрывали брюшную стенку. Раствором нашатырного спирта 0,50% (П.П. Котрехов и др. 1979; А.А. Крылов 1980) проводят промывание сосудистого русла для полного исчезновения кровяных сгустков в полостях вен. По трем различным прописям изготавливают рентгеноконтрастные массы для инъекции сосудистого русла. Первая пропись Чумакова В.Ю. в модификации Н. В. Зеленецкого (2012) представляют собой следующую формулу: в равных частях свинцовый сурик, вазелиновое масло, скипидар+этиловый эфир+этиловый спирт. Вторая пропись принадлежит И. Кульчицкому и др. (1983). Он утверждал, что для наиболее выраженного контрастирования сосудов компонентами рентгеноконтрастной массы должны быть следующие: сурик железный – 15,00%, глицерин 40,00–60,00%, спирт этиловый+этиловый эфир – до 100%. Третья пропись М. В. Щипакина, А. В. Прусакова, Д. С. Былинской, С. А. Куга (2013) имеет следующий состав: свинцовые белила – 45,00%, живичный скипидар – 45,00% и порошок медицинского гипса – 10,00%.

Для гистологического исследования ткань сердца фиксировали в 10,00% растворе нейтрального формалина в течение 24 часов, после чего по общепринятой методике заливали в парафин. Затем изготавливали срезы толщиной 5,00–7,00 мкм. Для микроскопического исследования срезы окрашивали гематоксилином и эозином. Морфологическое исследование гистологических препаратов проводилось при помощи светооптического микроскопа Carl Zeiss AxioStar при увеличении 50, 100, 200 и 400. Микрофотографирование проводили при помощи цифровой фотокамеры Рихера 560 и программного обеспечения VideoТест.

Магнитно-резонансная томография кадаверного материала проводилась на высокопольном магнитно-резонансного томографе 1.5 Т General Elektrik без применения контраста. Суть метода магнитно-резонансной томографии заключается в исследовании сердца и его структур с использованием физического явления ядерного магнитного резонанса. Метод основан на измерении электромагнитного отклика атомных ядер, чаще всего ядер атомов водорода, а именно на возбуждении их определённой комбинацией электромагнитных волн в постоянном магнитном поле высокой напряжённости. Также при проведении исследования могут использоваться МР–контрасты на базе гадолиния или оксидов железа, которые изменяют отклик протонов, и мы можем наблюдать изменение сигнала от тканей, что крайне важно при нарушении гематоэнцефалического барьера.

При проведении компьютерной томографии производится несколько этапов, в начале исследования делают первую серию сканирования, так называемую топограмму—двухмерную картинку, по которой планируются все последующие серии сканирования. Настраиваются протоколы исследования. Под протоколом понимают параметры сканирования, позволяющие получить достаточное качество изображения при минимальной лучевой нагрузке. Параметры реконструкции, дающие возможность получить из одной серии сканирования несколько реконструкций, например, с лучшей визуализацией мягких тканей или границ костных структур. Последовательность из нескольких синхронизированных серий, после введения контрастного препарата. Компьютерная томография занимает от 4–5 до 20–40 минут. При проведении исследования контраст не использовался, так как возможности его введения было невозможным из-за проведения томографии на кадаверном материале.

Полимерное бальзамирование проводилось на базе Международного Морфологического Центра, г. Санкт-Петербург. Пластификация включает в себя 5 этапов: ручное изготовление препаратов, дегидратация, обезжиривание, импрегнация, полимеризация.

Вариационно-статистическую обработку результатов исследования в сочетании с корреляционным и регрессионным анализом (Г. Г. Автандилов, 1990; Г. Ф. Лакин, 1990; Н. А. Плохинский, 1969, 1970) с использованием пакета анализа данных в программе «Excel Windows Office XP» и «Statistika 6,0» с расчётом средней арифметической и её стандартной ошибки ($M \pm m$). При статистическом анализе полученных данных был использован t -критерий Стьюдента для независимых выборок (С. Гланц, 1998), при этом достоверным считались различия при значении $p < 0,05$.

Все анатомические и гистологические термины соответствуют «Международной ветеринарной анатомической номенклатуре», пятая редакция, перевод и русская терминология профессора Н. В. Зеленецкого (2013); «Международной гистологической номенклатуре», под редакцией В. В. Семченко, Р. П. Самусевой (1999).

Результаты собственных исследований и их анализ.

Сердце коз англо-нубийской породы располагается краниально диафрагмы в области от третьего до шестого ребра, между левым и правым лёгкими в грудной полости. По отношению грудной клетки сердце заключено косовертикально с третьего по шестое межреберье в перикардиальную плевру, которая являются частью средостения грудной полости. Абсолютная масса сердца коз англо-нубийской породы в возрасте от одного года составляет $221,73 \pm 21,47$ г, что является $0,43 \pm 0,04\%$ от общей массы тела животного. У половозрелых особей эти данные составляют $135,47 \pm 13,51$ г и $0,35 \pm 0,03\%$. У новорожденных козлят абсолютная масса сердца составляет $35,05 \pm 3,01$ г, а относительная равняется – $0,50 \pm 0,04\%$.

Внутренняя поверхность правого предсердия представлена гребешковыми мышцами, пограничным гребнем, синусом полых вен и овальной ямкой. Гребешковые мышцы в свою очередь делятся на более крупные мышцы первого порядка и на их ответвления – мышцы второго порядка. В правом предсердии гребешковых мышц насчитывается от двенадцати до шестнадцати и сосредоточены они в большем количестве с внутренней поверхности правого сердечного ушка. С наружной поверхности правое предсердие ограничено от правого желудочка венечной бороздой.

Внутренняя поверхность левого предсердия также формируется гребешковыми мышцами, но в отличие от правого их количество колеблется от девяти до четырнадцати. На дорсальной стенке располагаются отверстия легочных вен, которых насчитывает у коз англо-нубийской породы от четырех до семи.

Правый и левый желудочки разделяются друг от друга межжелудочковой перегородкой, которая, в свою очередь, своей вогнутой стороной обращена в полость левого желудочка, а выпуклой – в полость правого. Межжелудочковая перегородка состоит из миокарда, образованного преимущественно близко расположенными сократительными кардиомиоцитами и тяжами рыхлой неоформленной соединительной ткани. Рыхлая неоформленная соединительная ткань содержит в центральных участках крупные кровеносные сосуды мышечного и смешанного типа, нервные стволы, немногочисленные волокна Пуркинье, а также эндокардом. Эндокард образован рыхлой неоформленной соединительной тканью, выстланной одним слоем эндотелиальных клеток уплощенной формы. Вокруг крупных сосудов в центральных участках межжелудочковой перегородки выявляются скопления зрелой жировой ткани, сформированной крупными мноморфными адипоцитами. Субэндокардиально выявляются волокна Пуркинье неравномерной толщины, состоявшие из большого количества тесно расположенных клеток (от пяти до двадцати и более), имевшие гистологическое строение, аналогичное клеткам Пуркинье в поперечной сердечной мышце. Сократительные кардиомиоциты имеют типичное гистологическое строение, имеют удлинённую форму. Ядра клеток овальные, нормохромные. Толщина клеток составляет в среднем $21,10 \pm 3,30$ мкм. Толщина эндокарда в данном отделе составляет в среднем $124,50 \pm 17,30$ мкм.

Трикуспидальный клапан правого желудочка у коз англо-нубийской породы располагается краниокаудально в области атриовентрикулярного отверстия между предсердием и желудочком в правой половине сердца. Данное отверстие вытянуто в длину и окружено фиброзным кольцом. Трикуспидальный клапан у козы англо-нубийской породы в своем составе имеет три створки: угловую, пристеночную и перегородковую. Основные темпы роста створок трикуспидального клапана у козы англо-нубийской породы происходят до момента половозрелости особей. Створки трикуспидального клапана сформированы фиброзными пластинками из

плотной волокнистой соединительной ткани. Предсердная сторона имеет гладкую поверхность, тогда как желудочковая сторона характеризуется наличием высоких выростов, от которых начинаются сухожильные нити. Спонгиозный слой створки клапана образован рыхлой неоформленной соединительной тканью, богатой в составе межклеточного вещества гликозаминогликанами, имевшими при окраске толлуидиновым синим характерное метакроматическое окрашивание.

При проведении морфометрических измерений установлено, что толщина предсердного слоя составила $180,60 \pm 21,00$ мкм, желудочкового – $134,80 \pm 19,60$ мкм, спонгиозного – $294,00 \pm 55,40$ мкм. Поверхность створок клапана на всем протяжении покрыта одним слоем эндотелиальных клеток, иногда перекрывающих друг друга и формирующих «черепицеобразные» наслоения, не имеющим выраженных отличий на предсердной и желудочковой поверхности. Ядра клеток овальной, удлинённой, реже округлой формы. Толщина субэндотелиального слоя в предсердной и желудочковой поверхности составляет в среднем $15,50 \pm 2,30$ мкм и $16,90 \pm 1,80$ мкм.

В состав трикуспидального клапана входят подартериальная, малая и большая сосочковые мышцы. Подартериальная сосочковая мышца у коз англо-нубийской породы располагается под стволом легочных артерий и в некоторых источниках называется краниальной перегородочной сосочковой мышцей. От нее отходят от пяти до пятнадцати сухожильных струн, которые в свою очередь направляются к угловой и перегородочной створкам. Малая сосочковая мышца у коз англо-нубийской пород располагается каудальнее первой, поэтому в некоторых литературных источниках именуется, как каудальная сосочковая мышца. От данной мышцы в сторону перегородочной и пристеночной створок отходит от трех до четырнадцати сухожильных струн. Большая сосочковая мышца у изучаемых животных по отношению к трикуспидальному клапану прилежит к стенке правого желудочка и имеет второе название, пристеночная или париетальная сосочковая мышцы. От нее к угловой и пристеночной створкам отходит от пяти до шестнадцати сухожильных струн. Сосочковые мышцы правого желудочка, а также их сухожильные струны, увеличиваются практически равномерно у всех трех изучаемых нами возрастных групп коз англо-нубийской породы. Исключением является большая сосочковая мышца, которая по большей своей мере растет в период с 10–14 дней до шести – семи месяцев.

Правая септомаргинальная трабекула у козы англо-нубийской породы располагается в правом желудочке между подартериальной и большой сосочковыми мышцами. Она имеет вид мышечного тяжа и образована плотно прилегающими друг к другу сократительными кардиомиоцитами, формирующими длинные тяжи. Толщина мышца на разных участках варьируется от 3,20 до 3,78 мм. Сократительные кардиомиоциты в данном отделе удлинённой формы, толщина клеток составляет в среднем $14,70 \pm 1,80$ мкм. При окраске трихромом по Массону между мышечными элементами

миокарда поперечной мышцы выявляются тонкие прослойки рыхлой малоклеточной неоформленной соединительной ткани, содержащей кровеносные сосуды капиллярного типа и единичные небольшие группы адипоцитов. По периферии тонкие тяжи коллагеновых волокон переходят в рыхлую неоформленную соединительную ткань эндокарда, покрытого одним слоем уплощенных эндотелиальных клеток. Толщина эндокарда в данном отделе составляет в среднем $49,40 \pm 8,30$ мкм. В толще эндокарда выявляются тонкие нервные стволы и кровеносные сосуды различного калибра. Субэндокардиально определяются структуры ножки пучка Гиса, содержащего компактные скопления клеток Пуркинье, располагавшихся в составе волокон группами по три – восемь клеток, окруженными рыхлой соединительной и жировой тканью. Клетки Пуркинье характеризуются большими размерами, неправильной, полигональной формой, одним, реже двумя центрально и эксцентрично расположенными крупными ядрами овальной и округлой формы, небольшим количеством миофибрилл, локализованных преимущественно по периферии клеток, и высоким уровнем гликогена (по сравнению с сократительными кардиомиоцитами), положительно окрашенного Шифф-йодной кислотой по Мак-Манусу. Средняя длина правой септомаргинальной трабекулы у половозрелых коз с новорожденного периода увеличивается в 1,66 раза, а ее диаметр – в 1,40 раза. У годовалых особей данные показатели равны 1,07 и 1,32 раза.

Полулунный клапан легочного ствола представлен тремя створками: правой, левой и промежуточной, которые прикрепляются к фиброзному кольцу легочного ствола. Наиболее развита у новорожденных особей коз англо-нубийской породы промежуточная створка.

Митральный клапан козы, у козы англо-нубийской породы располагается в левой половине сердца между предсердием и желудочком в левом атриовентрикулярном отверстии, которое у изучаемых животных располагается на одном уровне с венечной бороздой. В состав митрального клапана входят две створки, две сосочковые мышцы и их сухожильные струны. Створки изучаемого нами клапана у козы англо-нубийской породы носят название, пристеночная и перегородочная. Первая из них по отношению к клапану располагается каудально, на боковой стенке левого атриовентрикулярного отверстия желудочка, перегородочная же створка – каудально, на стенке межжелудочковой перегородки сердца.

От подушковой сосочковой мышце у изучаемых нами животных отходит от пяти до восьми сухожильных струн, а от подпредсердной сосочковой мышцы – от шести до десяти. Темп роста сосочковых мышц левого желудочка и их сухожильных струн после половозрелости исследуемых нами коз значительно снижается.

Септомаргинальные трабекулы левого желудочка у козы англо-нубийской породы имеют сухожильный тип строения и делятся на краниальную и каудальную. Краниальная септомаргинальная трабекула располагается между подпредсердной сосочковой мышцей и

межжелудочковой перегородкой, а каудальная – между подушковой сосочковой мышцей и межжелудочковой перегородкой. Наибольшее развитие септомаргинальных трабекул левого желудочка у коз англо-нубийской породы происходит до момента половозрелости животных.

Клапан аорты представлен тремя полулунными створками: септальной, правой и левой причем последние две у коз англо-нубийской породы берут начало от сердечных косточек. Самой крупной створкой в аортальном клапане по данным нашего исследования является септальная, она превосходит по ширине, толщине и длине две другие.

Створки полулунного клапана имеют типичное гистологическое строение, и представлены аортальным (фиброзным), губчатым (спонгиозным) и желудочковым слоями. Аортальный (фиброзный) слой образован плотно расположенными переплетающимися между собой преимущественно продольно ориентированными коллагеновыми и эластическими волокнами. Губчатый (спонгиозный) слой представлен преимущественно рыхлой малоклеточной соединительной тканью. Желудочковый слой створки клапана также образован соединительной тканью и формирует множественные волнообразные складки. Поверхность створок клапана на всем протяжении покрыта одним слоем эндотелия.

Система коронарных артерий коз англо-нубийской породы представлена левой коронарными артериями и правой, которые являются единственными источниками кровоснабжения миокарда, в связи с отсутствием коллатералей. Данные артерии берут свое начало от луковицы аорты. Диаметр просвета луковицы аорты у исследуемого животного в 3,12 раза больше чем суммарный диаметр просветов обеих венечных артерий. Таким образом, можно предположить, что в систему венечных артерий у исследуемого животного во время систолы может попасть до 45,00% от объема крови, выбрасываемой из левого желудочка.

Стенка левого желудочка у коз англо-нубийской породы в возрасте васкуляризируется левой коронарной артерией, средний диаметр которой у годовалых коз англо-нубийской породы составляет. Отходя от устья аорты в области основания левой створки полулунного клапана аорты, левая коронарная артерия помещается между легочным стволом и левым сердечным ушком в венечной борозде. Непосредственно в ней она подразделяется на левую межжелудочковую, окружную артерии и у 40,00% исследуемых нами коз на левую диагональную.

Параконаяльная артерия по своему ходу отдает краниальные латеральные и медиальные ветви и каудальные латеральные и медиальные ветви, которые соответственно разветвляются в дорсальной и вентральной части стенки левого желудочка. Затем параконаяльная артерия достигает верхушки сердца и анастомозирует с субсинусозной артерией. При изучении топографии огибающей артерией нами было заключено, что у 60,00% особей вблизи устья огибающей артерии отходит левая диагональная артерия, которая участвует в васкуляризации передней стенки левого желудочка. После этого

окружная артерия продолжается в венечной борозде и по своему ходу отдает ветви для левого предсердия и у 90,00% особей в субсинусозной борозде переходит в субсинусозную, которая разветвляется также на краниальные латеральные и медиальные ветви и на каудальные латеральные и медиальные ветви. Они, в свою очередь, васкуляризируют стенку правого желудочка коз англо-нубийской породы. Окружная ветвь у 10,00% коз заканчивается в венечной борозде на правой поверхности, отдавая в сторону субсинусозного желоба среднюю и заднюю коллатеральную ветви. У 90,00% исследуемых нами коз правая коронарная артерия заканчивается небольшими разветвлениями на предсердной поверхности сердца. У коз англо-нубийской породы диаметр левой и правой венечных артерий, а также их ветвей, имеет выраженный рост в период с 10-14 дней до шести – семи месяцев.

В правом предсердии коз англо-нубийской породы имеется коронарный синус, в который открываются протоки большой и средней сердечных вен. Большая сердечная вена образовывается у коз англо-нубийской породы соединением двух дистальных боковых ветвей в нижней трети паракопальной межжелудочковой борозде. Одна из этих ветвей отходит от анастомоза с ветвями средней сердечной вены в области вырезки верхушки сердца, вторая же формируется в области верхушки сердца. Как только большая сердечная вена покидает паракопальную межжелудочковую борозду, она продолжается как огибающая ветвь и повторяет ход огибающей артерии в венечном желобе. Заканчивается огибающая ветвь большой сердечной вены в коронарном синусе на уровне вхождения в него левой непарной вены. При анализе полученных результатов, установлено замедление роста после полового созревания.

Средняя сердечная вена у коз англо-нубийской породы самостоятельно впадает в коронарный синус, на его вентральной поверхности. Она формируется двумя ветвями: одна из них направляется от стенки левого желудочка, а вторая – из анастомоза с ветвями большой сердечной вены в области вырезки верхушки сердца. Средняя сердечная вена участвует в оттоке крови от верхушки сердца, каудальной стенки левого и правого желудочков. Установлено замедление роста средней сердечной вены у коз англо-нубийской породы после полового созревания.

Заключение

В результате нашего исследования были установлены видовые и породные морфологические особенности строения сердца козы англо-нубийской породы на изучаемых этапах постнатального онтогенеза. Доказано наличие видовых и породных закономерностей скелето- и синтопии сердца и его васкуляризации козы англо-нубийской породы в возрастном аспекте. Подводя итоги проведенного исследования, можно сделать следующие выводы:

1. Абсолютная масса сердца у годовалых коз англо-нубийской породы составляет $221,73 \pm 21,47$ г, что в 1,64 раза больше, чем у половозрелых

особей этой же породы, и в 6,33 раза больше по сравнению с новорожденными козлятами в возрасте 10–14 дней. Наиболее высокая интенсивность увеличения массы сердца у изучаемой породы коз прослеживается в постнатальный онтогенез с двухнедельного возраста до шести – семи месяцев.

2. Миокард козы англо-нубийской породы состоит из плотно прилегающих друг к другу сократительных кардиомиоцитов, толщина кардиомиоцитов предсердия у изучаемой породы коз в возрасте двенадцати месяцев составляет $17,60 \pm 1,50$ мкм, их площадь на поперечном срезе – $294,50 \pm 31,60$ мкм². Сократительные кардиомиоциты гребешковых мышц имеют следующие показатели: их толщина равняется $18,90 \pm 1,60$ мкм, их площадь $278,30 \pm 24,10$ мкм². Рабочие кардиомиоциты межжелудочковой перегородки имеют толщину $21,10 \pm 3,30$ мкм. Толщина рабочих кардиомиоцитов правой септомаргинальной трабекулы составляет $14,70 \pm 1,80$ мкм, их площадь – $184,20 \pm 22,10$ мкм².

3. Внутренняя архитектура правого и левого предсердий сердца козы англо-нубийской породы представлена гребешковыми мышцами, которых насчитывается в правом предсердии двенадцати – шестнадцати штук, а в левом – девять – четырнадцать. Наиболее выраженная интенсивность роста гребешковых мышц сердца коррелирует с увеличением массы сердца. Внутренняя архитектура желудочков представлена мясистыми трабекулами, в состав которых входят мышечные перекладины, перемишки и поперечные мышцы. В правом желудочке септомаргинальная трабекула имеет мышечный тип строения и представлена в единственном числе, в левом же желудочке данные структуры делятся на краниальную и каудальную поперечные мышцы и имеют сухожильный тип строения. По нашим данным у 60,00% коз англо-нубийской породы в составе фиброзного скелета сердца встречаются сердечные косточки, которые расположены в области устья аорты.

4. Клапанный аппарат сердца козы англо-нубийской породы состоит из трикуспидального, митрального и двух полулунных клапанов. Трикуспидальный клапан в своем составе имеет угловую, пристеночную и перегородковую створки, митральный клапан – пристеночную и перегородковую. Полулунный клапан легочного ствола состоит из трех створок, из которых наиболее развита в новорожденный период промежуточная. Полулунный клапан аорты также состоит из трех створок, самой крупной из которых является септальная. Створки атриовентрикулярных клапанов состоят из трех слоев: спонгиозного, предсердного и желудочкового. Толщина предсердного слоя у годовалой козы англо-нубийской породы составляет $180,60 \pm 21,00$ мкм, желудочкового слоя – $134,80 \pm 19,60$ мкм, спонгиозного – $294,00 \pm 55,40$ мкм. Створки полулунного клапанов состоят из аортального, спонгиозного и желудочкового слоев. Толщина аортального слоя составляет $162,80 \pm 26,60$ мкм, толщина спонгиозного слоя варьируется от 200,00 до 400,00 мкм в

основании и до 50,00–90,00 мкм ближе к дистальной части. Толщина желудочкового слоя створок полулунного клапана составляет $125,10 \pm 14,40$ мкм.

5. В полости правого желудочка располагаются три сосочковые мышцы. Они носят название: подартериальная, большая и малая. От подартериальной сосочковой мышцы козы англо-нубийской породы отходит от пяти до пятнадцати сухожильных струн, от малой сосочковой – от трех до четырнадцати сухожильных струн, а от большой сосочковой мышцы – от пяти до шестнадцати. В состав митрального клапана входят две сосочковые мышцы. От подушковой сосочковой мышцы у козы англо-нубийской породы отходит от пяти до восьми сухожильных струн, а от подпредсердной – от шести до десяти. Основным периодом роста анатомических структур трикуспидального, митрального и полулунных клапанов является период с 10–14 дней до момента половозрелости животного.

6. Артериальная васкуляризация сердца козы англо-нубийской породы осуществляется правой и левой коронарными артериями, причем последняя из них у 90,00% исследованных животных доминирует в своем развитии и кровоснабжает большую часть сердца. Таким образом, у коз англо-нубийской породы преимущественно встречается левовенечный тип кровоснабжения. Увеличение диаметра просвета правой и левой коронарной артерии и отходящих от них ветвей первого и второго порядка коррелирует с темпами увеличения массы сердца.

7. Венозная васкуляризация сердца козы англо-нубийской породы осуществляется большой, средней и малыми сердечными венами. Большая и средняя сердечные вены самостоятельно впадают в коронарный синус, расположенный в правом предсердии. Левая краевая вена у козы англо-нубийской породы не имеет самостоятельного соединения с коронарным синус в правом предсердия сердца и впадает в дистальную боковую ветвь большой сердечной вены. Малые сердечные вены у козы англо-нубийской породы не подходят к коронарному синусу, а открываются самостоятельно в полость правого предсердия. У изучаемых возрастных групп коз англо-нубийской породы интенсивность роста артерий и вен идентична.

8. Площадь Р–клеток на поперечных срезах атриовентрикулярного узла составляет в среднем $158,20 \pm 12,30$ мкм², толщина клеток – $12,20 \pm 1,40$ мкм. Т–клетки представляют большую часть мышечного компонента узла. Площадь Т–клеток на поперечных срезах составляет в среднем $192,20 \pm 21,80$ мкм², толщина клеток – $11,80 \pm 2,90$ мкм. В составе межжелудочковой перегородки сердца выявляются волокна Пуркинье площадью в среднем $24347,50 \pm 3921,80$ мкм². Площадь отдельных Р–клеток межжелудочковой перегородки составляет в среднем $1320,30 \pm 151,80$ мкм². В правой поперечной мышце сердца субэндокардиально определяются структуры ножки пучка Гиса, содержащего компактные скопления клеток Пуркинье. Площадь волокон Пуркинье и отдельных клеток на поперечных срезах

варьируется в среднем $9424,80 \pm 2340,20$ мкм² и $1280,70 \pm 144,30$ мкм² соответственно.

Практические предложения

Полученные в результате проведенных исследований данные о возрастных и породных закономерностях морфологии сердца и его васкуляризации козы англо-нубийской породы мы рекомендуем использовать:

- при экспериментальных оперативных вмешательствах на сердце, для обозначения рациональных доступов;
- в клинической практике, при выявлении кардиологических заболеваний;
- в визуальной диагностике при проведении ультразвуковых и рентгенологических исследований, а также при проведении магнитно-резонансной и компьютерной томографий;
- при выявлении кардиологических заболеваний в хозяйствах, а также с целью организации мероприятий по их профилактике;
- при ветеринарно–санитарной экспертизе продуктов убоя, определении видовой принадлежности сердца;
- при проведении научно-исследовательской работы в области видовой, сравнительной, породной, возрастной анатомии, гистологии и патоморфологии;
- в учебном процессе при чтении лекций, практических занятий; написанию учебников, монографий, методических пособий и указаний, а также справочных руководств по морфологии животных.

Рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы

Полученные в результате проведенной работы данные о пространственной организации сердца, скелето– и синтопии его сосудистого русла у козы англо-нубийской породы в период постнатального онтогенеза значительно обогащают и дополняют сведения по породной, возрастной и сравнительной морфологии у представителей отряда жвачных. Дальнейшие исследования должны быть направлены на детальное изучение особенностей строения проводящей системы жвачных в видовом и породном аспекте, а также на выяснение причин нарушения функционирования сердца и сердечно-сосудистой системы животных, организации мероприятий по профилактике и лечению болезней сердца, а также на разработку оптимальных оперативных доступов.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Публикации в рецензируемых научных журналах согласно перечню ВАК Российской Федерации

1. Хватов, В. А. Особенности хода и ветвления коронарных артерий сердца коз англо-нубийской породы / В. А. Хватов, М. В. Щипакин // Международный вестник ветеринарии. – Санкт-Петербург, 2019. – № 2. – С. 116-119.

2. Хватов, В. А. Возрастные закономерности анатомии митрального клапана сердца козы англо-нубийской породы / В. А. Хватов, М. В. Щипакин // *Международный вестник ветеринарии*. – Санкт-Петербург, 2020. – № 4. С. – 160-164.

3. Хватов, В. А. Сравнительная анатомия огибающей артерии сердца коз англо-нубийской и альпийской породы / В. А. Хватов // *Морфология*. – Санкт-Петербург, 2020. – Т. 157. № 2-3. – С. 228.

4. Хватов, В. А. Анатомия мясистых трабекул правого и левого желудочков козы англо-нубийской породы / В. А. Хватов, М. В. Щипакин // *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии*, N 1, 2021 г. – С. 112-115.

5. Хватов, В. А. Морфология правой септомаргинальной трабекулы козы англо-нубийской породы / В. А. Хватов, М. В. Щипакин // *Международный вестник ветеринарии*. – Санкт-Петербург, 2021. – № 1. – С. 214-220.

6. Хватов, В. А. Гистологические особенности атриовентрикулярного узла сердца козы англо-нубийской породы / В. А. Хватов, М. В. Щипакин // *Международный вестник ветеринарии*. – Санкт-Петербург, 2021. – №2. – С. 131-136.

Статьи в изданиях, индексируемых в базах научного цитирования Web of Science и Scopus

1. Khvatov, V. A. Features of the ways and branching the sinus veins of the heart of anglo-nubian breed goats in age aspect / V. A. Khvatov, M. V. Shchipakin // *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 2020. Т. 8. № 10. С. 1057-1059.

2. Khvatov, V. A. Histological features of anglo-nubian goats' heart valves / V. A. Khvatov, M. V. Shchipakin // *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*. – Volume 11 – No.16 – 2020. – P. 11A16T.

Основные публикации в журналах, сборниках и материалах конференций

1. Хватов, В. А. Анатомио-топографические закономерности строения предсердий сердца козы англо-нубийской породы / В. А. Хватов, М. В. Щипакин // *Актуальные проблемы ветеринарной морфологии и высшего зооветеринарного образования. Сборник трудов Национальной научно-практической конференции с международным участием*. – Москва, 2019. – С. 84-87.

2. Хватов, В. А. Васкуляризация стенки правого желудочка козы англо-нубийской породы / В. А. Хватов, М. В. Щипакин // *Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны. Материалы международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых*. – Санкт-Петербург, 2019. – С. 302-304.

3. Хватов, В. А. Возрастная анатомия венечных артерий сердца коз в постнатальном онтогенезе / В. А. Хватов // *Материалы 73-й международной*

научной конференции молодых ученых и студентов СПбГАВМ. – Санкт-Петербург, 2019. – С. 240-242.

4. Хватов, В. А. Кровоснабжение стенки левого желудочка козы англо-нубийской породы / В. А. Хватов // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки. Материалы IX Международной научно-практической конференции. – Владикавказ, 2019. – С. 240-242.

5. Хватов, В. А. Макроморфологии сердца коз англо-нубийской породы / В. А. Хватов, М. В. Щипакин // Актуальные проблемы ветеринарной медицины. сборник научных трудов № 150. – Санкт-Петербург, 2019. – С. 57-59.

6. Хватов, В. А. Возрастная анатомия трикуспидального клапана козы англо-нубийской породы / В. А. Хватов, М. В. Щипакин // Современная ветеринарная наука: теория и практика. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию факультета ветеринарной медицины Ижевской ГСХА. – Ижевск, 2020. – С. 219-222

7. Хватов, В. А. Особенности анатомии полулунных клапанов сердца коз англо-нубийской породы в возрастном аспекте / В. А. Хватов, М. В. Щипакин // Материалы международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны». – Санкт-Петербург, 2020. – С. 355-357.

8. Хватов, В. А. Особенности анатомии сердца козы англо-нубийской породы в период сукозности / В. А. Хватов, М. В. Щипакин // Вопросы ветеринарной гистологии: сб. науч. тр. / Самаркандский институт ветеринарной медицины; гл. ред. Х. Б. Юнусов, зам. гл. ред. Д. Н. Федотов. – Самарканд, 2020. – Вып. 1. – С. 159-161.

9. Хватов, В. А. Строение сердечных косточек в фиброзном аортальном кольце у коз англо-нубийской породы / В. А. Хватов, М. В. Щипакин // Аграрное образование и наука - в развитии животноводства. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию заслуженного работника с\х РФ, почетного работника ВПО РФ, лауреата гос. премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, док. с/х н., проф. Любимова Александра Ивановича. В 2-х томах. – Ижевск, 2020. – С. 324-325.

10. Хватов В.А. Внедрение методики полимерного бальзамирования на кафедре анатомии животных ФГБОУ ВО СПбГУВМ / В. А. Хватов, М. В. Щипакин // Сборник трудов всероссийской (национальной) научно-практической конференции «Морфология в XXI веке: теория, методология, практика». – Москва, 2021. – С. 229-233.