

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Санкт-Петербургский государственный университет
ветеринарной медицины»

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

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук

Научный руководитель –
доктор ветеринарных наук,
доцент Щипакин М.В.

Санкт–Петербург – 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	
1.1 Обзор литературы	
1.1.1 Анатомо–топографические закономерности сердца и сердечной сумки млекопитающих	9
1.1.2 Анатомо–топографические закономерности внутренних структур сердца млекопитающих	16
1.1.2.1 Морфология оболочек сердца.....	16
1.1.2.2 Морфология камер сердца	22
1.1.3 Закономерности морфологии артериального и венозного русла сердца млекопитающих	33
1.1.4 Анатомия проводящей системы сердца	44
2. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	54
2.1 Материал и методы исследования.....	54
2.2 Результаты исследования.....	61
2.2.1 Морфология сердца коз англо-нубийской породы в возрастном аспекте .	61
2.2.2 Возрастные закономерности кровоснабжения и проводящей системы сердца коз англо-нубийской породы.....	106
3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	119
3.1 Обсуждение результатов исследования	120
3.2 ВЫВОДЫ.....	133
3.3 ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ.....	136
3.4 РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ	136
4. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	138

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. 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 (Ruminantia). 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; А. Nabipour, 2000; А. И. Вишняков, 2000; А. Nabipour, 2002; А. А. Mohammadpour, 2007; J. L. P. Neto, 2009; М. Ж. Нурушев, 2010; С. R. Leão, 2010; K. Barszcz, 2019).

Как известно физиологам, патологам и клиницистам, что производительность животного непосредственно связано с их рационом, моционом и состоянием их внутренних органов. Одним из факторов низкой продуктивности является нарушение работы сердечно-сосудистой системы и непосредственно самого сердца (М. Н. Вахромеева, 1992; R. Dimitrov, 2011; Д. А. Кэмм, 2011; А. С. Гуляева, 2011; N.T. Kouchoukos, 2013; О. Л. Бокерия, А. А. Ахобекова, 2014; R. Akers, 2014; J. H. Weerd, V. M. Christoffels, 2016; Д. Б. Сергеев, С. П. Ковалев, 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 (А. 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 задачи 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. 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 работы. 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.

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. Джамбулатова», 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 М. В. Щипакиным 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 223 источников, в том числе 125 отечественных и 98 иностранных авторов. Текст диссертации содержит 16 таблиц, а также 65 микро- и макрофотографий.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Обзор литературы

1.1.1 Анатомо-топографические закономерности сердца и сердечной сумки млекопитающих

Сердечно–сосудистая система по данным Л. А. Бокерия, И. И. Бершивили (2012) включает в себя сердце, кровеносные и лимфатические сосуды. Она переносит, доставляет, а затем и распределяет кислород с питательными веществами в тканях организма, также сердечно-сосудистая система отвечает за удаление продуктов жизнедеятельности. Центральным звеном в сердечно-сосудистой системе является сердце.

Сердце – это центральный орган сердечно–сосудистой системы животных и человека. Благодаря сокращениям сердца осуществляется циркуляции крови или гемолимфы по большому и малому кругам кровообращения (М. С. Гиляров, 1989). У крупного рогатого скота сердце состоит из четырех полостей: правого и левого желудочков, и правого и левого предсердий. Цвет сердца у быка домашнего красно-коричневый, а масса достигает в среднем 2,05 кг. В области венечной борозды у крупного рогатого скота наблюдается большое количество жировой ткани, шириной 42,00–45,00 мм. Форма сердца у исследуемых животных чаще всего эллипсоидно–суженное. Длина сердца – 19,50 см, ширина – 13,00 см. Сердечный индекс – 66,70%. Длина предсердий около 3,50 см. Длина левого желудочка – 17,00 см, правого – 11,50 см (В. К. Вансяцкая, Е. А. Кирпанева, 2014). По мнению Лемещенко В. В. (2020) у мелкого рогатого скота сердце длинное с выраженной заостренной верхушкой, на каудальной поверхности сердца выступает третья продольная добавочная борозда, у собак сердце более округлое с притупленной верхушкой, на нем выделяют диафрагмальную и грудинную поверхности, а также правый и левый края. На выше перечисленных поверхностях выделяют правую и левую продольные борозды. D. Ozbag (2001) утверждает, что основание сердца у крупного рогатого скота несет на себе венечную борозду, в которой проходят одноименные артерии. От нее тянутся в сторону верхушки сердца левая и правая продольные борозды.

В постнатальном онтогенезе на основе изучения караульских овец В. Н. Жеденов (1954) приводит следующую классификацию типа сердца коз: лептоморфный (суженовытянутый): сердце удлинено – суженоконической формы, с остроконечной вытянутой, рельефной верхушкой, 5,00% от общей массы животного; мезоморфный – (средний и суженоукороченный): сердце сужено, яйцевидной формы с тупым апексом (верхушкой); расширенно–укороченный тип: такое сердце имеет уплощенную, треугольную форму с остроконечным, коротким апексом(верхушкой), масса сердца составляет 0,45% от массы тела животного.

Э. М. Бикчентаев (1983) приводит классификацию типа сердца коз в утробном развитии, разделяя исследуемых животных на три группы. «У первой группы животных наблюдалось удлинено-суженное сердце. Такое сердце имеет вытянутую верхушку и зауженное основание. И оно по данным автора у коз встречается в 57,10% случаев. У второй группы коз, по мнению Э. М. Бикчентаева, преобладают конусовидное сердце. Оно несколько укороченное и выглядит как умеренно расширенный конус. Его верхушка острая либо притупленная. Такой тип сердца встречается у 26,20% исследуемых коз. У третьей группы животных – сердце, расширенно укороченное и с латеральной поверхности похоже на равносторонний треугольник. Верхушка такого сердца чаще острая, реже – притупленная. Встречается такой тип сердца у 16,70% случаев» (М.В. Нурушев, 2010)

Как правило, у крупных млекопитающих сердце находится в вентральной части средостения. У большинства млекопитающих сердце имеет тенденцию быть с удлиненной вершиной, за исключением овец, у которых сердце может иметь несколько притупленную вершину (Р. А. Iaizzo, 2009).

У лошади сердце округло–конусовидной формы, напротив грудного конца шестого левого ребра располагается его верхушка; у собак сердце имеет четко выраженный завиток на верхушке, близко к шаровидной форме (М. Х. Баймишев, 2013).

По данным А. Ф. Климова, А. И. Акаевского (2011) сердце лошади представляет собой полый конусообразный мускульный орган, расположенный в средостении, в области от третьего до шестого ребра, причем практически весь (3/5), он сдвинут влево от срединной плоскости.

Сердце карликовых свиней находится в средостении на уровне третьего – седьмого ребра и имеет округло–конусовидную форму (О. В.Распутина, Д. А. Кузнецова, 2016).

А. В. Комаров (1981), S. A. Gunnal (2012) пишут о том, что у млекопитающих сердце четырехкамерное, представляет темно-красный, полый, конусовидный орган, обеспечивающий ток крови и лимфы в сосудах, сердце принимает кровь из впадающих в него вен и прогоняет ее в артерии.

По мнению Р. А. Iaizzo (2009) у свиней сердце с тупой вершиной, ориентированной медиально.

У свињи сердце светло-коричневого цвета, слой сердечного жира небольшой, около 1,00 см. Масса сердца составляет 260 грамм, длина сердца 9,50 см, а ширина 6,80 см. Сердечный индекс 71,50%, сердце эллипсоидное. Сердце четырехкамерное, длина предсердий составляет – 18,00 мм, левого желудочка – 63,00 мм, правого – 50,00 мм. На предсердиях имеют два сердечных ушка полулунной формы (В. К. Вансяцкая, Е. А. Кирпанева, 2014).

Н.В. Зеленовский и др. (2015) отмечают, что у собаки сердце округлой формы с притупленной верхушкой, на которой отчетливо выступает завиток, образованный пучками мышечных волокон, и оно расположено в специальной окологердечной полости.

У здоровых собак и кошек сердце лежит на груди, и площадь его контакта составляет три сегмента грудной кости и три межреберных промежутка, размер сердца составляет 2/3 высоты грудной клетки, начиная от его верхушки (А. П. Волкова, 2016). У семейства собачьих сердце имеет следующие формы и типы: шаровидная или эллипсоидно–шаровидная форма: такая форма сердца имеет вытянутое и немного суженое правое ушко и сравнительно больших размеров левое, такое сердце обычно встречается у волка. Шаровидная, конусовидная с

тупой верхушкой: встречается у шакала, правое ушко имеет широкий каудальный участок, вытянуто, левое ушко большое, правый желудочек опущен относительно основания сердца; уплощенное, суженное овальное: характерно для лисицы, правый желудок почти не опускается, верхушка и сердечные ушки слабо развиты, левое ушко редуцированно, имеет суженный вход, право ушко – сужено и вытянуто. Уплощенное, расширенно–конусовидной или сужено–овальной формы, такой тип сердца присущ для енотовидной собаки, ушки предсердий у такого типа сердца редуцированы, правый желудочек развит. Шаровидное и конусовидное – встречается у песца, правый желудочек среднего объема, достигает верхушки сердца, имеющей выделяется, как тупой выступ С. А. Куга (2012)

У собак наблюдается яйцевидное сердце с тупой вершиной (Р. А. Iaizzo, 2009).

По данным И. В. Хрусталевой и др. (2002) у домашних животных сердце залегает в грудной полости, в средостении, краниальнее диафрагмы. На уровне середины первого ребра располагается основание сердца, а вблизи грудной кости между пятым – шестым межреберным пространствами его верхушка. Сердце домашних животных располагается косовертикально.

Исходя из данных исследования В. К. Вансяцкой и Е. А. Кирпаневой (2015) у норки сердце конусовидное, коричнево–красного цвета, насыщенно красного цвета, а у лесного кота оно имеет шаровидно–эллипсовидную форму и темно–красного цвета.

У диких кошачьих, по мнению W. Perez (2007), сердце имеет слегка уплощенную, округло–овальную форму с невыраженной округлой верхушкой, правый желудочек, при этом низко оканчивается.

Основание сердца амурского тигра лежит в области четвертого межреберья, а верхушка – в области седьмого. У данных животных форма сердца бывает эллипсовидной и конусовидной (Р. А. Жилин, 2017).

У альпаки сердце располагается в средостении с краниокаудальным расширением от третьего до шестого ребра. Сердце альпаки округлой и заостренной конической формы, а средний вес сердца (изолированного от

перикарда) у взрослых животных составляет $400,00 \pm 43,00$ г. Относительная масса сердца составляет 0,92%. Основание сердца направлено дорсокраниально, а верхушка сердца в каудальном и вентролатеральном направлении. Внешние борозды и главные сосуды, проходящие по поверхности сердца, прочно покрыты субэпикардиальной жировой тканью. Венечная борозда отделена предсердиями от желудочков на внешней поверхности сердца. Окружность венечной борозды составляет $25,50 \pm 3,50$ см. Длина от венечной борозды до вершины составляет $13,50 \pm 0,70$ см (W. Pérez, 2018).

Форма сердца верблюжьих шаровидно–суженная, а само сердце темно–красного цвета, сердечный жир шириной достигает примерно 3,50 см. Масса сердца у верблюдов составляет – 1720,00 г. Длина сердца – 21,50 см, ширина – 17,00 см. Длина левого и правого предсердия составила – 4,50 см, левого желудочка – 18,00 см, правого – 14,00 см. Ширина левого желудочка – 7,50 см, правого – 7,00 см (В. К. Вансяцкая, Е. А. Кирпанева, 2014).

Для большинства изучаемых животных свойственна эллипсоидная форма сердца, либо типичная (сердечный индекс у кошки равен 66,00%, кролика – 70,00%, крысы 68,00%), также автор, Д. И. Назарова (2010) утверждает, что существует такие формы сердца, как шаровидная (сердечный индекс у свиньи равняется 77,00%, у нутрии 81,00%) и конусовидная (сердечный индекс формы у крупного рогатого скота 58,00%, у зайца 43,00%).

У зайца-русака и домашнего кролика сердце в молочный период по данным Л. Л. Мусабаевой и др. (2017) имеет вытянутую конусовидную форму с заостренной верхушкой.

У человека сердце обычно имеет трапециевидную форму с тупой верхушкой (P. A. Iaizzo, 2009).

В результатах Г. Н. Бородиной и др. (2011) рассказывается, что у овцы, свиньи, крупного рогатого скота, а также кошки и кролика сердечные ушки очень хорошо развиты. У крупного рогатого скота наблюдается крючкообразная форма сердечных ушек, у овцы и свиньи – гребешковая, у кошки и кролика – треугольная и трапециевидная формы. У крупного рогатого скота, овцы и свиньи

сердечные ушки относительно толще, чем у кошки и кролика, их толщина прямо пропорциональна массе сердца.

У изучаемых ветеринарной медициной домашних млекопитающих чаще всего наблюдается симметричное развитие обоих сердечных ушек предсердий (R. H. Anderson, 2004).

По данным Н. Е. Evans (2013) сердце млекопитающих окружено перикардом, который окружает сердце. Он считается производным головной части целома (А. Ф. Климов, А. И. Акаевский, 2011). Перикард у всех млекопитающих прикреплен к основанию сердца, к груди и диафрагме и располагается между листками средостения. Степень его прикрепления к диафрагме у каждого вида варьирует. В частности, у людей и свиней прикрепление к центральному сухожильному апоневрозу диафрагмы широкое, стерноперикардиальная связка у собак является единственным перикардиальным прикреплением, а каудальная часть перикарда у овец прикрепляется через прочную грудиноперикардиальную связку.

А. И. Вишняков, S. A. Gunnal (2000, 2012) в своих исследованиях утверждают, что перикард состоит из трех оболочек, наружной, средней и внутренней. Наружная является частью средостенной плевры, а внутренняя представлена серозным перикардом. Серозный париетальный перикард выстилает внутреннюю поверхность фиброзного перикарда и в области основания сердца он переходит на внешнюю поверхность сердечной сумки и переходит в серозный висцеральный перикард, который выстилает наружную поверхность сердца и называется эпикардом. Перикардиальная полость находится между серозными слоями и содержит перикардиальную жидкость.

Считается, что перикард выполняет такие функции, как предотвращение дилатации сердца, защита сердца от инфекции, адгезии к окружающим тканям, поддержания сердца в фиксированном положении в грудной клетке и т.д. Однако следует отметить, что перикард не является жизненно необходимым, поскольку у людей и животных с врожденным отсутствием перикарда или при

перикардиэктомии наблюдалась высокая выживаемость с минимальными последствиями в течение многих лет (А. Ромер, 1995).

По данным Е. В. Поманской, L. L. Kelley (2008, 2013) висцеральный листок перикарда от основания сердца продолжается на каудальную и краниальную полые вены, легочную артерию и аорту, затем он переходит на париетальный листок. Хотя основная структура перикарда одинакова, между видами существуют важные различия. Например, толщина стенки перикарда увеличивается с увеличением размера сердца. Люди являются заметным исключением из этого правила из-за наличия наиболее толстого перикарда, чем у животных со сходными размерами сердца. В частности, перикард человеческого сердца измеряется по толщине от 1,00 до 3,50 мм, в то время как средняя толщина перикарда у овечьих сердец составляет $0,32 \pm 0,01$ мм, у свиней – $0,20 \pm 0,01$ мм, собак – $0,19 \pm 0,01$ мм. Различия в количестве перикардиальной жидкости также считаются существенными. У большинства собак в околосердечной полости около 0,50–2,50 мл перикардиальной жидкости, у некоторых собак это количество достигает до 15,00 мл, в сравнении авторы приводят, что в сердцах трупов взрослого человека перикардиальной жидкости насчитывается до 20,00–60,00 мл (А. Iaizzo, 2009). Фиброзный листок перикарда переходя на грудную стенку образует две связки сердечной сорочки, которые прикрепляются к грудной кости в области пятого – восьмого реберных хрящей у лошади, шестого реберного хряща у крупного рогатого скота, третьего – седьмого – у свиньи (И. В. Хрусталева и др., 2002).

Заключение

При анализе отечественных и зарубежных литературных источников установили, что в настоящее время достаточно сведений о поверхностной анатомии сердца и его сердечной сумки у млекопитающих. Однако, в проанализированных источниках литературы отсутствуют данные о породных и возрастных особенностях внешнего строения сердца, его морфометрических характеристик, а также абсолютных и относительных величин его структур на ранних этапах постнатального онтогенеза. Также не обнаружено достаточно

сведений о строении сердечной сумки сердца в видовом и породном аспекте. Это и послужило нам основанием для дальнейшего исследования топографии и возрастных изменений данного органа.

1.1.2 Анатомо-топографические закономерности внутренних структур сердца млекопитающих

1.1.2.1 Морфология оболочек сердца

Стенка сердца у крупного рогатого скота состоит из трех слоев: наружного серозного покрытия, называемого эпикардом, внутренней эндотелиальной выстилки, называемой эндокардом, и толстого мышечного слоя, называемого миокардом. Стенка левого желудочка также толще правой; кровь, выбрасываемая с левой стороны во время ее сокращения, находится под более высоким давлением, чем кровь из правого желудочка. Правый желудочек не достигает верхушки сердца, так как вершина полностью образована более мускулистым левым желудочком. Миокард между двумя камерами представляет собой желудочковую перегородку (R. D. Frandson, 2009).

По данным Е. Г. Турицыной (2019) стенка сердца у жвачных состоит из трех слоев. Эндокард является самым внутренним слоем и соответствует своему строению интима сосудов. Он состоит из тонкого слоя соединительной ткани, которую выстилает эндотелий. Миокард является средним слоем стенки сердца и состоит из поперечнополосатой сердечной мышечной ткани. Наружным слоем стенки сердца серозный перикард, который состоит из наружного и внутреннего листка. Внутренним листком серозного перикарда будет являться непосредственно эпикард.

Висцеральный слой перикарда у мелкого и крупного рогатого скота плотно прикреплен к стенке сердца, образуя эпикард. Он покрывает миокард, коронарные сосуды и жир на поверхности сердца, который называется эпикардиальным. Висцеральный и париетальный слои перикарда непрерывны друг с другом и проходят через предсердия и корни больших сосудов (Н. Е. König, Н. G. Liebich, 2004). У крупного рогатого скота миокард правого предсердия в толщину

достигает – 4,00 мм, а левого – 6,00 мм. В желудочках он равняется 19,00 мм и 37,00 мм соответственно. Таким образом, у крупного рогатого скота стенка левого желудочка в 1,95 раза толще, чем правого (В. К. Вансяцкая, Е. А. Кирпанева, 2014).

М. А. Емам, В. Abugherin (2019) в своих работах указывают, что стенка желудочков египетских коров состоит из эндокарда, миокарда и эпикарда. Эндокард выстлан эндотелием и заполнен фиброзной соединительной тканью. Кроме того, он содержит волокна Пуркинье, кровеносные сосуды и нервные волокна. Волокна Пуркинье присутствуют в глубокой части эндокарда, между пучками миокарда, а также в интрамуральных волокнах среди волокон миокарда. Миокард состоит из пучков сердечной мышцы.

У крупного рогатого скота миокард, по мнению Н. В. Демус (2014) состоит из кардиомиоцитов, которые соединяясь, образуют мышечные волокна. Между мышечными волокнами располагается соединительная ткань с сосудами микроциркуляторного русла. Каждый кардиомиоцит содержит центрально расположенное ядро в количестве до двух штук, овальной формы. У крупного рогатого скота сосочковые и поперечные мышцы имеет характерное компактное строение миокарда. Соединительнотканые прослойки между мышечными волокнами и пучками миокарда в составе вышеуказанных мышц очень тонкие, а продольная и поперечная исчерченность ярко выражена. Диаметр клеток у крупного рогатого скота в левых сосочковых мышцах $28,60 \pm 1,32$; в правых – $28,50 \pm 1,20$; в трабекуле $25,50 \pm 1,08$ мкм (Р. Ш. Тайгузин, 1998).

Эндокард у жвачных представляет собой тонкий, гладкий слой, который выстилает камеры сердца и является непрерывным слизистой оболочкой кровеносных сосудов (W. L. Wilke, 2009).

Н. В. Зеленецкий, М. В. Щипакин (2014) считают, что у жвачных эндокард выстилает полость сердца и все внутрисердечные образования, включая клапаны, сухожильные струны, сосочковые мышцы и трабекулы.

Миокард у овец составляет большую часть стенки сердца. Он состоит из модифицированных поперечнополосатых мышечных волокон, которые

характеризуются центральным расположением ядер. Они образуют сквозные анастомозы друг с другом, что приводит к образцу чередования с более светлыми полосами, которые являются соединениями между клетками. В отличие от обычных поперечнополосатых мышц, сердечные миоциты не утомляются и регулируются вегетативной нервной системой (M. F. Ali, S. A. Rashed, 2008).

В исследованиях Лемещенко В. В. (2019, 2020) указывается, что миокард предсердия у коз тонкий и, как правило, расположен в виде арок и образует петли вокруг полых вен и легочных вен по мере их впадения в предсердия. Предсердная мускулатура прикрепляется к фиброзной основе сердца. Мускулатура желудочков, как и у других полых органов, делится на глубокие продольные, средние круглые и поверхностные продольные слои. Мышечные пучки поверхностного слоя идут к вершине с поворотом по часовой стрелке. На вершине сердца они поворачиваются и проходят к основанию таким образом, что располагаются перпендикулярно нисходящим поверхностным волокнам. Некоторые из поверхностных волокон, проходящих к основанию, оканчиваются у папиллярных мышц. Некоторые волокна проникают и соединяются с волокнами среднего слоя. Средний слой составляет большую часть объема желудочковых стенок. Это спиральные или круговые мышцы, которые переплетаются между двумя камерами. Толщина и структура стенок сердца отражают нагрузку, которой подвергается каждая конкретная часть сердца. Стенки предсердий, как кровеносные отсеки с незначительной сократительной функцией, тонкие. Стенки желудочков, основные насосные камеры, толстые, причем стенка правого желудочка (легочная циркуляция) тоньше, чем левая (системная циркуляция) (Н. Muresianm, 2016).

М. Ж. Нурушев и др. (2010) утверждают, что у коз мышечные волокна в циркулярном слое миокарда топографически лежат либо отдельно, либо собираются в рыхло соединяющиеся между собой пучки. Мышечные волокна коз покрыты эндомиоцием.

Миокард полуторамесячных плодов овец до 70% содержит соединительную ткань, которая с возрастом относительно уменьшается. Также у

полуторамесячного плода овец в миокарде сердца появляются эластические волокна, а в трех месячном – коллагеновые (И. А. Белозерова, 2006).

Р. Ш. Тайгузин (1998), Т. Daimei (2014), считают, что архитектура миокарда желудочков овец выстроена из трех слоев: субэпикардального (поверхностного), миокардального (среднего) и субэндокардального (глубокого) слоя. У овцы в сосочковых мышцах и септомаргинальных трабекулах наблюдается ярко выраженная сетчатость мышечных волокон миокарда, между которыми располагаются толстые прослойки соединительной ткани. Поперечная исчерченность и вставочные диски слабо заметны. Кардиомиоциты у овцы имеют диаметр в левых сосочковых мышцах $16,50 \pm 1,22$; в правых мышцах $16,60 \pm 1,36$; в трабекуле $12,35 \pm 1,40$ мкм. Содержание гликогена у овцы оценивается в один балл.

У козы имеется выраженная сетчатость мышечных волокон миокарда в области сосочковых мышц и септомаргинальных трабекул. Между мышечными волокнами данных структур сердца у козы визуализируются тонкие тяжи соединительной ткани. Поперечная исчерченность мышечных волокон миокарда просматривается слабо, но вставочные диски хорошо выражены. Диаметр кардиомиоцитов равен в левых сосочковых мышцах $15,40 \pm 1,68$; в правых $14,00 \pm 1,24$; в трабекуле $11,10 \pm 1,82$ мкм. Количество гликогена оценивается в один–два балла (Р. Ш. Тайгузин, 1998, G. M. Allouch, 2015).

У млекопитающих в стенке желудочков три основных слоя миокарда. Направляясь косопродольно, мышечные пучки поверхностного слоя миокарда желудочков доходят до верхушки сердца и совершают поворот в виде петли, переходя на стенку соседнего желудочка в виде глубокого слоя мышечной оболочки. Мышечные пучки миокарда прикрепляются к фиброзному кольцу предсердно-желудочкового отверстия противоположного желудочка. Средний слой мышечной оболочки сердца самый мощный, имеет циркулярное направление мышечных волокон, располагается в каждом желудочке между продольными бороздами (А. И. Акаевский, Ю. Ф. Юдичев, С. Б. Селезнев, 2014).

Кардиомиоциты предсердий у животных имеют отростчатую форму, а желудочковые кардиомиоциты – почти цилиндрическую. Кардиомиоциты

предсердий в своем строении имеют меньший набор митохондрий, миофибрил и саркоплазматической сети по сравнению с кардиомиоцитами желудочков (Н. В. Зеленецкий, А. А. Стекольников, 2006).

У лошадей, по мнению А. Ф. Климова, А. И. Акаевского (2011) миокард предсердий состоит из поверхностного циркулярного слоя. Данный слой является единым для правого и левого предсердий. Точками закрепления мышечных волокон и пучков данного слоя миокарда являются сердечные ушки предсердий. Второй слой миокарда предсердий у лошадей представлен косо–продольной ориентацией его мышечных волокон. Этот слой берет свое начало от атриовентрикулярных фиброзных колец и направляется в сторону предсердий, перекрещиваясь и переплетаясь с пучками поверхностного слоя. В верхушке каждого сердечного ушка предсердий мышечные миокарда располагаются спирально, а в устьях легочных и полых вен играют роли сфинктеров.

Стенки правого и левого желудочков имеют поверхностный и внутренний слой с косопродольными волокнами, и три слоя между ними с мышечными волокнами в виде восьмерки, и на верхушке сердца они образуют завиток (И. В. Хрусталева и др. 2002).

У свиней миокард левого предсердия в толщину достигает 2,50 мм, а правого – 3,00 мм. В левом желудочке его толщина равняется – 19,00 мм, а в правом– 6,00 мм. (В. К. Вансяцкая, Е. А. Кирпанева, 2014).

Н. В. Зеленецкий и др. (2015) утверждает, что у собак поверхностный слой серозного перикарда выстлан однослойным плоским мезотелием, который располагается над слоем соединительной ткани с сосудами микроциркуляторного русла, нервами и лимфатическими капиллярами. У собак кардиомиоцит покрыт сарколеммой, которая состоит из плазмалеммы и базальной мембраны, он содержит в своем составе удлиненной или овальной формы ядро, миофибриллы, а снаружи к нему прилегают коллагеновые и аргирофильные волокна.

У собаки поперечная исчерченность в миокарде сосочковых мышцы и септомаргинальных трабекул просматривается слабо. Хорошо заметны вставочные диски, между волокнами находятся тонкие прослойки

соединительной ткани. Содержание гликогена оценивается в один-два балла. Диаметр кардиомиоцитов в левых сосочковых мышцах равен $11,60 \pm 0,25$, в правых $10,76 \pm 0,22$, в трабекуле $9,75 \pm 0,62$ мкм (Р. Ш. Тайгузин, 1998).

Клетка сердечной мышцы или миоцит является основным структурным компонентом миокарда, занимая в нормальных условиях около 70,00% объема стенки желудочка. Миоциты сердца напоминают эллипсоидные цилиндры (I. LeGrice, 2005).

Гистологическое строение миокарда у песца представлено ветвящимися волокнами. Продольная исчерченность волокон хорошо выражена, а поперечная исчерченность – слабо, но вставочные диски хорошо заметны. Между мышечными волокнами располагаются тонкие прослойки соединительной ткани. В кардиомиоцитах песцов, как и в кардиомиоцитах собак одно или несколько ядер овальной формы. В каждом ядре находится одно или два ядрышка (С. М. Завалеева, Е. Н. Чиркова, 2013).

У верблюда миокард левого желудочка имеет характерную толщину и достигает до 22,00 мм, миокард правого – 9,00 мм. У предсердий верблюда миокард составляет всего около 4,00 мм (В. К. Вансяцкая, Е. А. Кирпанева, 2014).

Г. Н. Бородина и др. (2011) и R. H. Anderson (2004) утверждают, что сердечные ушки состоят из эндокарда, миокарда и эпикарда. У кошки, кролика и птицы миокард занимает не более 50,00% толщины стенки сердечных ушек, у крупного рогатого скота, свиньи и овцы этот процент составляет от 73,00 до 82,00%. На латеральной стенке сердечных ушек, с их внутренней поверхности, между гребешковыми мышцами у животных наблюдаются безмиокардиальные участки. Эпикард у кошки у кролика составляет от 30,00 до 50,00% стенки сердечных ушек, у крупного рогатого скота, свиньи и овцы от 10,00 до 20,00%.

У человека сердечная мышца имеет много анатомических сходств со скелетными мышцами, хотя исчерченность развита слабее, чем у скелетных мышц. Секреторные кардиомиоциты располагаются лишь в предсердиях и характеризуются отростчатой формой и слабым развитием сократительного аппарата. В предсердиях кардиомиоциты обычно имеют неправильную форму и

меньшие размеры (длина – 40,00–70,00 мкм, диаметр – 5,00–6,00 мкм) (Т. Shimada, A. Haligur, 1986, 2009).

1.1.2.2 Морфология камер сердца

По данным W. L. Wilke (2009) и Е. Г. Турицына (2019) сердце животных делится на правую и левую стороны, которые соответствуют системам низкого давления (легочная циркуляция) и высокого давления (системная циркуляция). У каждой стороны есть две камеры: предсердие, которое получает кровь через крупные вены, и желудочек, который качает кровь от сердца через большую артерию. Предсердия представляют собой тонкостенные камеры, каждая из которых имеет сердечное ушко. Они располагаются на основании сердца и отграничены от желудочков поперечной венечной бороздой.

A. J. Hill, P. A. Iaizzo (2009) правое и левое предсердия сердца взрослого млекопитающего разделены межпредсердной перегородкой. Они расположены на том месте, что называется «основанием» сердца. Основание принимает все большие сосуды и, как правило, ориентировано на краниальную или верхнюю поверхность. Во время развития плода кровь может проходить непосредственно из правого предсердия в левое предсердие, эффективно обходя легочную циркуляцию через отверстие в межпредсердной стенке, называемое овальным отверстием. Это отверстие имеет клапанно-подобную плоскость, расположенную на левой стороне предсердия межпредсердной перегородки, которая предотвращает обратный поток в правое предсердие во время сокращения левого предсердия. В момент рождения или вскоре после этого овальное отверстие закрывается и отмечается во взрослом сердце небольшим углублением на правой предсердной стороне межпредсердной стенки, называемой овальной ямкой, следует отметить, что процент того, что овальное отверстие сохранится у взрослых и домашних свиней примерно 10,00–30,00%. По сравнению с людьми, у собак и овец овальная ямка расположена более каудально, а в сердце свиньи она более глубоко посажена и выше.

Все изученные млекопитающие (включая собак, свиней и овец) имеют в основном одинаковую предсердную архитектуру, включая: венозную пазуху, пограничную борозду, овальную ямку, евстахиевый клапан (клапан нижней полой вены) и клапан Тебезия (клапан коронарного синуса) (Н. Calkins, 2015).

Множественные гребешковые мышцы находятся на внутренней поверхности правого и левого предсердных ушек и на боковой стенке правого предсердия (Фоменко Л. В., 2015).

Во всех крупных сердцах млекопитающих предсердия отделены от желудочков слоем волокнистой ткани, называемой сердечным скелетом, который служит важной опорой для клапанов, а также электрически изолирует миокард предсердия от миокарда желудочков (P. A. Iaizzo, W. Pérez, 2015, 2018).

Правое предсердие у крупного и мелкого рогатого скота образует правую дорсокраниальную часть основания сердца. Оно получает кровь из краниальной и каудальной полой вены, и коронарного синуса, который собирает венозную кровь из большей части самого сердца. По форме и структуре левое предсердие похоже на правое. Оно открывается в левый желудочек у левого предсердно–желудочкового отверстия. Несколькими отверстиями легочные вены входят в левое предсердие (Н. E. König, H. G. Liebich, T. F. Fletcher, A. F. Weber, 2004, 2013).

Внутренняя поверхность предсердий у крупного и мелкого рогатого скота по своему строению напоминает губку из-за наличия на ней гребешковых мышц, которые участвуют своими сокращениями полному выжиманию крови из предсердий при их систоле (Е. Г. Турицына, 2019).

Количество гребешковых мышц варьируются в пределах от пяти до семи штук, а на межпредсердной перегородке отсутствуют (Г. Н. Бородина и др., 2011).

Гребешковые мышцы у домашних животных разделяются на мышцы первого и второго порядка. Мышцы, которые относят к первому порядку, более крупные и по отношению к стенке предсердий располагаются перпендикулярно, мышце же второго порядка отходят от гребешковых мышц первого порядка и

располагаются по отношению под углом (Р. Ш. Тайгузин, В. К. Вансяцкая, Е. А. Кирпанева, 1998, 2014).

«В течение плодного и послеплодного периодов у коз оренбургской породы количество гребешковых мышц в правом предсердии колеблется от девяти до семнадцати. В постнатальном периоде онтогенеза в течение первых пяти месяцев жизни длина гребешковых мышц увеличивается в 2,09, диаметр – в 1,65 раза; в возрасте от пяти до восемнадцати месяцев – в 1,08 и 1,02 раза; от 18 до 84 месяцев, соответственно, – в 1,49 и 2,57 раза и в период старения эти параметры снижаются в 0,93 и 0,99 раза. Количество гребешковых мышцы в левом предсердии в отличие от правого несколько меньше и колеблется от четырех до тринадцати» (А. И. Вишняков, 2000).

У лисицы обыкновенной по данным С. М. Завалеевой, Е. Н. Чирковой (2007) рельеф внутренней поверхности правого предсердия формируют гребешковые мышцы, пограничный гребень и венечный синус.

W. Pérez (2018) пишет, что у альпаки правое предсердие получает кровь как из поллой вены, так и из коронарного синуса, и вентрально имеет связь с правым желудочком через правое предсердно-желудочковое устье, закрытое трехстворчатым клапаном. В правом предсердии большое развитие конечного гребня, формирующего стенку отверстия краниальной поллой вены, и также обнаружено несколько гребешковых мышц. Полость правого предсердия состоит из двух разных частей: первая часть гладкая и находится над входом в правый желудочек, в нее входят сердечные вены, и эта часть, соответствует пазухам полых вен. Другая часть является небольшим дивертикулом, направленным в левое предсердие. Эти две части разделяются терминальным гребнем, который образывает правую границу отверстия краниальной поллой вены. Правое предсердие является дивертикулом, повернутым влево, и включает в себя гребешковые мышцы, которые у альпаки слабо развиты. Дно предсердия почти полностью заполнено атриовентрикулярным отверстием и клапаном. Левое предсердие уже правого и состоит из чуть более толстой стенки. Левое предсердие получает кровь из легочных вен и передает ее в левый желудочек

через левое предсердно-желудочковое отверстие. В левом предсердии меньше гребешковых мышц по сравнению с правым предсердием. Дно левого предсердия почти целиком занято левым предсердно-желудочковым отверстием и его клапанами.

У домашних животных желудочки сердца составляют его основную массу. Они отделены от предсердий поперечной неполной перегородкой, которая обозначена на поверхности коронарной бороздкой. Правый желудочек имеет форму полумесяца в поперечном сечении и сформирован на поверхности левого желудочка конической формы. Он не простирается до вершины сердца, которая обычно формируется только левым желудочком. Правый желудочек получает деоксигенированную кровь из правого предсердия и прокачивает ее через артериальный конус в легочный ствол, который передает кровь в легкое. Артериальный конус – это воронкообразная часть правого желудочка, которая отделена от основной камеры над желудочковым гребнем и наружно охватывается правым ушком. Суправентрикулярный гребень представляет собой тупой, наклонно расположенный мышечный гребень, который выступает вентрально между началом артериального конуса и атриовентрикулярным отверстием. Левый желудочек имеет коническую форму с вершиной, образующей вершину сердца. Он получает оксигенированную кровь из легких через легочные вены и левое предсердие и прокачивает кровь по большей части тела через аорту. Стенки левого желудочка толще правого, однако, объем обоих желудочков одинаков. Просвет правого желудочка пересекается разветвленной или одиночной септомаргинальной трабекулой, которая проходит от межжелудочковой перегородки к наружной стенке (Н. Е. König, Н. G. Liebich, L. A. Core, 2004, 2016).

Е. Г. Турицына (2019) утверждает, что внутреннюю полость желудочков домашних животных выстилают аналоги гребешковых мышц, которые носят название мышечные трабекулы и перекладины.

Строение правого желудочка намного сложнее, чем строение предсердия. В нем наблюдаются три сосочковые мышцы, правый атриовентрикулярный клапан и

клапан лёгочной артерии, правая септомаргинальная трабекула, над желудочковый гребень и артериальный конус (А. И. Вишняков, 2000).

В. И. Бураковский, Л. А. Бокерия (1996) разделяют полости правого и левого желудочков на входной, выходной и мышечный отделы. Первый из них в правом желудочке ограничен трехстворчатым (правым атриовентрикулярным) клапаном, при закрытии которого через этот отдел протягивается передняя сосочковая мышца. Мышечный отдел правого желудочка несёт на своей перегородочной поверхности перегородочно-краевую трабекулу, которая дает начало передней сосочковой мышце, задней и перегородочно-париетальной трабекулам, которые в комплексе образуют «модераторный тяж». Мышечный отдел левого желудочка несёт на своей каудальной части переднюю и заднюю группы сосочковых мышц.

У большинства крупных животных млекопитающих в правом желудочке три папиллярных мышцы, а в левом желудочке – две. Следует отметить, что, как правило, каждая папиллярная мышца крепится как минимум 2мя сухожильными хордами. Оба желудочка обычно имеют поперечные камеры или мышечные (модераторские) полосы, известные также как септомаргинальные трабекулы. Эти полосы в своем составе содержат волокна Пуркинье, которые направляются от атриовентрикулярного пучка к передней папиллярной мышце. В правом желудочке большинства собак, свиней и жвачных животных обычно присутствует заметная септомаргинальная трабекула, называемая полосой замедлителя. Однако происхождение и включение этой полосы, а также состав полосы заметно различаются между видами. Например, в сердце свиньи и овец она начинается на проксимальной части межжелудочковой перегородки (P. A. Iaizzo, 2009).

По данным А. Kosinski (2013), G. M. Allouch (2015) септомаргинальная трабекула хорошо выражена в сердце овец и простирается от основания передней папиллярной мышцы до желудочковой перегородки. В сердце собаки разветвленная или единичная модераторская полоса проходит через просвет от желудочковой перегородки рядом или у основания передней папиллярной мышцы.

По данным Р. Ш. Тайгузина, С. М. Завалеевой (2000), Б. Фольмерхауза (2003), П. И. Лобко (2010), L. A. Core (2016) мясистые трабекулы представляют собой пучки кардиомиоцитов, которые выпячиваются в полость желудочков. Они образуют несколько уровней трабекулярной сети, которые друг с другом анастомозируют межтрабекулярными перемычками, которые делятся на мышечные, сухожильные и сухожильно-мышечные.

У крупного рогатого скота по данным В. К. Ваняцкой, Е. А. Кирпаневой (2014) в правом желудочке имеется правая поперечная мышца, длина которой достигает 6,50 см. К ней прикрепляется сосочковая мышца с длиной в 2,50 см. От последней в сторону трехстворчатого клапана отходит семь сухожильных струн. Также от двух других сосочковых мышцы в правом желудочке в сторону вышесказанного клапана отходит четыре и шесть сухожильных струн соответственно. В левом желудочке у крупного рогатого скота по данным автора также есть септомаргинальная трабекула, длина которой составляет 9,50 см. От сосочковой мышцы левого желудочка мышцы к двустворчатому клапану отходят восемь крупных сухожильных струн. А от второй сосочковой мышцы – пять.

S. R. R. Nascimento (2018) утверждает, что септомаргинальная трабекула в сердце быка домашнего представляет собой трубчатую фибромышечную структуру с переменными показателями длины и диаметра.

В козых сердцах полосы состоят в основном из волокнистых соединительных и проводящих тканей; сердечная мышечная ткань в полосах левого желудочка сердца козы не обнаружена (M. Deniz, 2004).

C. R. Leão (2010) пишет о том, что правая септомаргинальная трабекула присутствует во всех сердцах коз. Она может представлять собой выступ в виде перегородки в перегородке, прежде чем отсоединиться и идти к стене или папиллярной мышце. Авторы называют это септальным компонентом, который обнаруживают у 69,00% всех исследованных сердец. В остальных образцах выход септомаргинальной трабекулы резкий, без септального компонента. Он может быть прикреплен исключительно к папиллярной мышце или к папиллярной мышце и стенке желудочка, происходящих из краниальной трети перегородки, и

прикрепляется к средней или каудальной трети папиллярной мышцы. Свободная часть правой септомаргинальной трабекулы, от перегородки до папиллярной мышцы, имеет длину от 1,30 см до 2,60 см.

А. И. Вишнякова (2000) в своей диссертационной работе доказывает, что в правом желудочке сердца коз оренбургской пуховой породы септомаргинальные трабекулы практически всегда мышечного типа и совсем изредка сухожильного. В левом же желудочке они сухожильного типа.

В правом желудочке сердца свиньи есть септомаргинальная трабекула, длинная которой достигает у взрослых животных около 30,00 мм. От данной трабекулы отходит у свиньи сосочковая мышца длиной 14,00 мм, от которой к левому атриовентрикулярному клапану отходит шесть сухожильных струн. Всего у правого атриовентрикулярного клапана свиньи –пятнадцать – шестнадцать сухожильных струн. В левом желудочке у свиньи располагается достаточно крупная септомаргинальная трабекула, длина которой составляет в 40,00мм. От левой септомаргинальной трабекулы свиньи также отходит сосочковая мышца длиной 19,00 мм и с девятью сухожильными струнами. Всего у левого атриовентрикулярного клапана свиньи – двадцать одна сухожильная струна (S. Crick, В. К. Вансяцкой, Е. А. Кирпаневой, 1998, 2014).

В сердце дикой свиньи, по мнению S. Ateş (2017) септомаргинальные трабекулы в левом желудочке имеются не у всех животных, в правом же их всегда можно обнаружить.

У человека септомаргинальная трабекула указывается как мясистая трабекуляция, которая простирается от нижней части межжелудочковой перегородки до основания передней папиллярной мышцы. У собаки при обследовании правого желудочка обнаруживается тонкая полосообразная структура (правая септомаргинальная трабекул), которая простирается от межжелудочковой перегородки или основания самой большой папиллярной мышцы до париетальной стенки правого желудочка (L. A. Core, 2015)

У семейства собачьих, левая септомаргинальная трабекула представлена сухожильным тяжом, который тянется от сосочковой мышцы до

межжелудочковой перегородки со стороны левого желудочка. Чаще всего левая септомаргинальная трабекула представлена одним – двумя тяжами, но также бывает, что она образует единую сухожильную сеть (М. В. Ожогина, 2006).

С. М. Завалеева, Е. Н. Чиркова (2007) в сердце лисицы обыкновенной разделяют внутреннюю поверхность правого желудочка на три стенки: краниальную, каудальную и медиальную. Количество мышечных перекладин в правом желудочке – десять штук, между ними находятся шесть сухожильных перемычек. Внутреннюю поверхность левого желудочка, как и правого, образуют три стенки: краниальная, каудальная и медиальная. В правом желудочке имеется септомаргинальная трабекула. В левом трабекулярная сеть развита слабее, чем в правом, встречаются одиночные сухожильные трабекулы.

В сердце буйвола в левом желудочке септомаргинальная трабекула отсутствует, в правом желудочке имеет одна, которая тянется от боковой стенки до перегородки (W. Ghonimi, 2015).

Стенки правого желудочка альпаки включает два типа рельефных образований: папиллярные мышцы и мясистые трабекулы. Папиллярные мышцы подразделяются на крупные папиллярные мышцы, которые находятся на краевой стенке; субартериальные папиллярные мышцы, которые располагаются на перегородочной стенке; небольшие папиллярные мышцы, которые вставляются в перегородочную стенку. Самыми крупными у альпаки являются правые септомаргинальные трабекулы, они простираются наклонно от перегородочной стенки (под субартериальной папиллярной мышцей) до краевой стенки (у основания большой папиллярной мышцы). Две левых септомаргинальных трабекулы расположены проксимально от основания субатриальной папиллярной мышцы до стенки перегородки (W. Pérez, 2017).

По мнению Р. А. Жилина (2017) правый желудочек амурского тигра делится на краниальную, каудальную и медиальную стенки. Внутреннюю поверхность этих стенок правого желудочка амурского тигра выстилают мясистые перекладки, которые также носят название трабекулы. Названные образования отсутствуют в полости правого желудочка сердца вокруг артериального конуса и

перегородочной створки трехстворчатого клапана. Также на внутренней поверхности правого желудочка сердца амурского тигра наблюдаются мышечные перекладки или поперечные мышцы, которые соединяются межжелудочковую перегородку со стенкой правого желудочка.

У животных сердце имеет четыре сердечных клапана с принципиально похожими структурами и местоположениями. Два атриовентрикулярных клапана расположены между каждым предсердием и желудочком, как на правой, так и на левой стороне сердца, а два полулунных клапана лежат между желудочками и основными артериями, вытекающими из их путей оттока (легочная артерия и аорта). Полулунные клапаны – аортальные и легочные – не имеют прикрепленных сухожильных хорд и закрываются из-за градиентов давления, возникающих на них. Клапан, отделяющий правое предсердие от правого желудочка, называется трехстворчатым клапаном, потому что он имеет три основных створки – переднезаднюю (переднюю), нижнюю (заднюю) и перегородочную. Как правило, в правом желудочке также есть три ассоциированные папиллярные мышцы. Клапан, отделяющий левое предсердие от левого желудочка, называется митральным или двустворчатым клапаном, потому что он обычно имеет два острых выступа: передний (аортальный) и задний (настенный) (Р. А. Iaizzo, Тарасевич В. Н., Рядинская Н. И., 2009, 2020).

В сердце жвачных по данным Е. Г. Турицыной (2019) различают три вида клапанов – двустворчатый, трехстворчатый и полулунные. Двустворчатый клапан лежит в левом атриовентрикулярном отверстии, помимо двух створок, являющихся производными эндокарда, имеет шесть – восемь сухожильных струн, прикрепляющихся к сосочковым мышцам миокарда. Трехстворчатый клапан расположен в правом атриовентрикулярном отверстии, состоит из трех створок, сухожильных струн и трех сосочковых мышц. Полулунные клапаны закрывают отверстия аорты и легочной артерии. Состоят полулунные клапана из трех кармашков, в центре свободного края каждого клапана находится утолщение – Аранциев узелок.

По данным Тарасевича В. Н. и Рядинской Н. И. (2020) в правом предсердно-желудочковом отверстии находится правый предсердно-желудочковый или трикуспидальный клапан.

По данным А. А. Торшкова (2002, 2006) полулунные створки клапана аорты и легочного ствола у крупного рогатого скота и свиньи начинаются от медиальных краев фиброзного кольца. Насчитывается три створки, количество которых не меняется. У полулунного клапана легочного ствола выделяют правую, левую и промежуточную створки, их которых последняя располагается более каудально по отношению к другим. Полулунный клапан аортального отверстия имеет в своем составе три створки: септальную, правую и левую. Септальная створка по отношению к остальным располагается более краниально.

«В левом желудочке у собак подпредсердная сосочковая мышца преобладает по размерам и количеству отходящих сухожильных хорд над подушковой сосочковой мышцей. У 60,00% исследованных собак и лисиц, а также у 30,00% песцов наблюдалась добавочная сосочковая мышца, которая у этих животных намного меньше основных сосочковых мышц и находится в проксимальной трети левого желудочка» (М. В. Ожогойной, 2006).

Митральный клапан лисицы обыкновенной по данным С. М. Завалеевой, Е. Н. Чирковой (2007) включает в себя две сосочковые мышцы и пристеночная, и перегородковая створки. Пристеночная сосочковая мышца у лисицы обыкновенной отдает в сторону клапана пять – девять сухожильных струн.

У амурского тигра, как у всех животных из семейства кошачьих, трикуспидальный клапан правой половины сердца состоит из трех основных створок, трех сосочковых мышц, а также соединяющие первых двух сухожильные струны. Угловая створка у амурского тигра в составе трикуспидального клапана сердца расположена краниально, пристеночная створка – каудально по отношению к уголкового, а перегородковая со стороны межжелудочковой перегородки. Левый атриовентрикулярный клапан амурского тигра также имеет пристеночную и перегородковую створки, причем к первой из них присоединяется две сухожильные струны от краниальной сосочковой мышцы, а

три сухожильные струны от каудальной сосочковой мышцы. К перегородочной створке митрального клапана амурского тигра присоединяется около 17 сухожильных струн (Р. А. Жилин, 2017).

Правое предсердно-желудочковое отверстие сердца альпаки было снабжено трехстворчатым клапаном, состоящим из трех основных створок: париетальной, септальной и угловой. Клапан легочного ствола образован тремя полулунными клапанами. Левое предсердно-желудочковое отверстие снабжено клапаном, образованным двумя остриями: краниально-перегородочной; и париетальной. Отверстие аорты снабжено аортальным клапаном. В сердечном скелете альпаки не обнаружено ни костей, ни хрящей (W. Pérez, 2017).

В области венечной борозды, в составе атриовентрикулярных и артериальных отверстий располагаются фиброзные кольца сердца, которые, в свою очередь, составляет основу фиброзного скелета сердца. В фиброзном кольце, расположенном в аортальном отверстии, у крупного рогатого скота содержатся две сердечные косточки (Е. Г. Турицына, 2019).

Сердечные косточки по данным А. А. Mohammadpour (2007) присутствуют в правой части 52,00% овец и 44,00% сердец козы соответственно. Они имеют костистую структуру. Средняя длина и толщина сердечной кости у овец составляет 18,10 мм, 2,30 мм и у коз 16,99 мм, 2,25 мм соответственно.

Заключение

В процессе оценки литературных данных библиографа установлено, что в отечественной и зарубежной литературе в настоящее время встречаются подробные сведения о морфологии сердца взрослых особей млекопитающих. Однако отсутствуют сведения о возрастных и породных особенностях строения внутренних структур сердца на ранних этапах периодизации. Это явилось поводом для дальнейшего исследования строения оболочек и камер сердца в постнатальном онтогенезе.

1.1.3 Закономерности морфологии артериального и венозного русла сердца млекопитающих

Сердце является центральным органом сердечно-сосудистой системы. Для выполнения своих функций сердце нуждается в обильном кровоснабжении, которое обеспечивается системой венечных (коронарных) артерий (М. В. Щипакин, А. В. Прусаков, 2015). Сердце получает до 10% крови, выталкиваемой при систоле левым желудочком. (А. И. Акаевский, Ю. Ф. Юдичев, С. Б. Селезнев, 2014). Венозная кровь от стенки сердца оттекает по большой, средней и малым сердечным венам, которые открываются в полость правого предсердия (А. И. Вишняков, 2000).

Сердца млекопитающих имеют внутреннюю систему кровообращения, которая берет свое начало с двух основных коронарных артерий, устья которых расположены непосредственно за створками аортального клапана. Коронарный кровоток возвращается в правое предсердие через коронарный синус (в который стекают коронарные вены), а также в правое предсердие, правый и левый желудочки и левое предсердие по венам Тебезия (I. V. Aerschot, Тарасевич В. Н., Рядинская Н. И., 2012, 2020).

У крупного рогатого скота различается два типа кровоснабжения сердца: левовенечный и равномерный (симметричный, сбалансированный). Первый из которых характеризуется развитием левой венечной артерии, которая отдает в левую межжелудочковую борозду левую межжелудочковую артерию, а сама по венечной борозде огибает левую половину сердца и вступает в правую межжелудочковую борозду, где простирается к верхушке сердца, как правая межжелудочковая артерия. Правая коронарная артерия при таком типе кровоснабжения доходит до правой межжелудочковой борозды, но в нее не вступает, и по стенке правого желудочка спускается вниз. При равномерном типе ветвления левая венечная артерия в правую межжелудочковую борозду не вступает, а правая венечная артерия продолжается в ней до верхушки сердца как правая межжелудочковая артерия. Преобладающим типом кровоснабжения у

крупного рогатого скота является левовенечный тип (Я. Т. Подковыров, Н. Т. Kouchoukos, 1967, 2013).

По данным Акаевского А. И., Юдичева Ю. Ф., Селезнева С. Б. (2014) у крупного рогатого скота правая и левая венечные артерии начинаются в устье аорты рядом с перегородковой и левой полулунными створками.

Р. М. Zoll (1991) и В. В. Лемещенко (2019) утверждают, что на уровне левой створки полулунного клапана аорты отходит левая венечная артерия, направляется вниз между левым предсердием и легочным стволом, а правая венечная артерия отходит на уровне правой створки и направляется в венечную борозду, проходя между правым желудочком и легочным стволом.

У крупного рогатого скота левая венечная артерия берет свое начало на уровне левой створки аортального клапана, правая же венечная артерия отходит на уровне переднего клапана аортального клапана (J. L. P. Neto, 2008).

Г. А. Ветошкина (1987), J. Frewein, R. E. Habel (1994) утверждают, что правая коронарная артерия начинается на уровне выше либо ниже свободного края полулунного клапана аорты. Левая венечная артерия у новорожденных и десятимесячных телят берет свое начало от переднего края полулунного клапана аорты, чуть выше его, у четырёхмесячных – устье этой артерии располагается ниже свободного края полулунного клапана аорты. Устья правой и левой коронарных артерий у крупного рогатого скота овальной формы.

По данным Л. В. Антиповой и В. С. Слободяник (2005) у крупного рогатого скота левая венечная артерия берет свое начало на уровне левого каудального полулунного клапана аорта, а правая – на уровне краниального.

К. L. Moore (2007) установил в 2,00% случаев добавочную коронарную артерию у крупного рогатого скота.

У крупного рогатого скота левая венечная артерия отдает нисходящие ветви для левой, правой, добавочной продольных борозд, а правая коронарная артерия васкуляризирует только правый желудочек (И. В. Хрусталева и др., 2002).

По данным исследования К. Barszcz (2019) у 35 из 36 коз (97,00%) правая коронарная артерия заканчивалась небольшими разветвлениями на предсердной

поверхности сердца. У одного козла (3,00%) сосуд простирался как субсинусозная межжелудочковая ветвь, что свидетельствует о левовенечном типе развития кровоснабжения сердца у коз.

М. Ж. Нурушев и др. (2010) считают, что у коз, как и у овец, и крупного рогатого скота, левовенечный тип кровоснабжения. Они доказывают, что у 15,40% коз паракопальная и окружная артерия самостоятельно берут начало от луковицы аорты, а у 40,50% коз – диагональная артерия и у 34,00% – краниальная перегородочная артерии имеют два ствола.

У всех исследованных коз общий ствол левой коронарной артерии был разделен на межжелудочковую паракопальную ветвь и периферическую ветвь. Ветвь межжелудочковой перегородки отходит от межжелудочковой паракопальной ветви. У 25 коз (69,00%) периферическая ветвь заканчивается небольшими разветвлениями на поверхности предсердия сердца. У 11 коз (31,00%) она продолжается в субсинусозной межжелудочковой борозде как в субсинусозная межжелудочковая ветвь. Правая коронарная артерия менее развитая, чем левая коронарная артерия. У 35 коз (97,00%) правая коронарная артерия заканчивается небольшими разветвлениями на поверхности предсердия сердца. У одного козла (3,00%) сосуд достигает субсинусозной межжелудочковой борозды как субсинусозная межжелудочковая ветвь (К. Barszcz, 2019).

По данным М. А. Genain (2018) у овец обычно левый коронарный тип кровоснабжения, так что большая часть миокарда снабжается ветвями, вытекающими из левой коронарной артерии. У 90% овец левая венечная артерия имеет дихотомический тип ветвления, и только у 10,00% – рассыпной. Правая коронарная артерия у 70,00% овец имеет магистральный тип ветвления, у 20% – дихотомический, а 10,00% – рассыпной (В. И. Шишова, Р. Р. Lelovas, 1961, 2014).

По результатам исследования М. С. Герасименко (2005) у овец правая и левая венечная артерия начинаются от луковицы аорты сразу же над ее полулунным клапаном.

М. В. Щипакин, А. В. Прусаков (2015) утверждают, что в кровоснабжении сердца у овец романовской породы принимают участие и правая, и левая

коронарные артерии. Правая венечная артерия, у исследуемых животных, имеет магистральный тип ветвления, левая венечная артерия – дихотомический.

Во внутриутробный период у ягнят кровоснабжение сердца происходит также по двум коронарным артериям, но при исследованиях В. И. Шишовой (1961) у одного плода, а при исследованиях R.Varone (1996) у двух плодов сердце васкуляризировалось только ветвями левой коронарной артерии.

От паракопальной артерии отходят краниальная латеральная и краниальная медиальная артерии. Данные артерии участвуют в васкуляризации дорсальной части стенки левого желудочка. Также от паракопальной артерии отходят каудальная латеральная и каудальная медиальная артерии. Они, в свою очередь, кровоснабжают вентральную часть левого желудочка. Правая коронарная артерия, когда становится субсинусной артерией также разветвляется на краниальные латеральные, краниальные медиальные ветви и каудальные латеральные, каудальные медиальные ветви (J. L. P. Neto, P. P. Lelovas, M. B. Щипакин, А. В. Прусаков, 2008, 2014, 2015).

Септомаргинальную трабекулу коз васкуляризирует две-четыре артерии диаметром от 100,00 до 300,00 мкм. Причем и правая и левая септомаргинальные трабекулы васкуляризируются ветвями левой коронарной артерии (A. Soto, J. Henriquez, 2011).

Краниальные и каудальные перегородочные ветви, а также дорсальная перегородочная артерия в сердце овцы участвуют за васкуляризацию межжелудочковой перегородки (P. P. Lelovas, 2014).

Правая субсинусная артерия в сердце козы является конечной ветвью левой коронарной артерии. От нее отходят четыре ветви внутрь миокарда левого желудочка, затем она направляется в одноименную борозду к верхушке сердца (J. L. P. Neto, 2008).

У лошади обе венечные артерии равные размеры, и, следовательно, имеет симметричный тип кровоснабжения (И. В.Хрусталева и др., А. И. Акаевский, Ю. Ю. Юдичев, С. Б. Селезнев, 2002, 2014).

Н. В. Зеленецкий (2001) пишет о том, что у лошади обе венечные артерии имеют примерно равный поперечник.

По данным G. Yuan (2009) у лошади правая венечная артерия проходит справа по венечной борозде и спускается к верхушке сердца по правой продольной борозде как нисходящая правая ветвь. Левая коронарная артерия доходит до начала левой продольной борозды и отдает в нее нисходящую левую ветвь, а сама продолжается как окружная, анастомозируя с правой коронарной артерией.

R. Berg и R. Akers (1973, 2014) в своих исследованиях говорят о том, что правовенечный тип кровоснабжения сердца является наиболее примитивным, чем левовенечный. Примерами правовенечного типа кровоснабжения служат свинья и речной бобр.

У большинства исследованных сердец свиней (80%) наблюдается правое коронарное доминирование. Синоатриальная узловая артерия возникла из правой коронарной артерии в 70,00% и из периферической (окружной) артерии в 30% случаев. Во всех сердцах свиньи было доминирование правой коронарной артерии. Атриовентрикулярная узловая артерия и задняя межжелудочковая артерия были правой коронарной ветвями. Обнаружено, что коронарное артериальное кровообращение у свиньи сходно с таковым у человека (Т. J. Borges, 2018).

N. T. Kouchoukos (2013) считает, что свиньи имеют симметричный тип кровоснабжения.

Свиньи обычно имеют сбалансированный тип кровоснабжения, при котором в миокард поступает в равной степени, как из правой, так и из левой коронарных артерий (M. A. Genain, 2018).

У среднеазиатской овчарки правая и левая коронарные артерии по результатам проведенного исследования А. В. Прусаковым и др. (2015) являются основными источниками артериального кровоснабжения сердца.

По данным M. A. Genain (2018) у собак обычно левый коронарный тип кровоснабжения, так что большая часть миокарда снабжается ветвями,

вытекающими из левой коронарной артерии. А паракопальная межжелудочковая артерия ответственна за васкуляризацию 2/3 предсердной поверхности сердца.

«У собак наблюдается левовенечный тип кровоснабжения. Правая венечная артерия, дойдя до правой продольной борозды, берет название правой нисходящей ветви и разветвляется в миокарде, как правого, так и левого желудочка. Левая коронарная артерия, дойдя до левой продольной борозды, отдает левую нисходящую артерию, а сама как окружная анастомозирует с правой венечной артерией. Левая венечная артерия разветвляется в миокарде правого и левого желудочков и предсердий» (Н. В. Зеленецкий, 2015).

У собак, по мнению М. L. Büll, М. В. Martins (2002), Р. А. Iaizzo (2009) в большинстве случаев паракопальная межжелудочковая артерия возникает в бифуркации левой коронарной артерии, тогда как в четырех случаях она возникает изолированно от аорты.

В большинстве случаев субсинусозная межжелудочковая артерия наблюдается как терминальная ветвь периферической артерии, однако в 15,00% случаях после ее возникновения наблюдается очень короткая ветвь, которая продолжается вдоль предсердно-желудочкового желоба. Субсинусозная межжелудочковая артерия анастомозирует с правой коронарной артерией и отдает ветви для задней стенки правого и левого желудочков и ветви для межжелудочковой перегородки W. Perez (2007).

G. Aksoy, H. Karadag (2003) в своих исследованиях указывают, что правая коронарная артерия у собак в 26,00% случаев отсутствует.

Септальная артерия в большинстве случаев отходит от паракопальной межжелудочковой артерией, с меньшей частотой от левой коронарной артерии, и только в двух случаях от периферической артерии (М. Х. Баймишев, 2013).

У собаки, лисицы и песца в половине случаев вблизи устья правой венечной артерии находится добавочное устье для ветви артериального конуса (М. В. Ожогина, М. S. Kilany, 2006, 2019).

У соболя и норки в 33,00% случаев левая коронарная артерия делится на диагональную и окружную и собственно параконалную межжелудочковую ветвь (Н. Е. Evans, Ю. Ф. Юдичев, 1993, 2013).

А. В. Прусаков и др. (2015), А. П. Волкова (2016) в своих исследованиях доказывают, что левая коронарная артерия отходит от левой полуокружности аорты и подразделяется на параконалную и огибающую артерии. От последней отходит левая диагональная артерия.

У альпаки коронарные артерии отходят от луковицы аорты (в правое и левое устья). Обе коронарные артерии и их ветви покрыты субэпикардальной жировой тканью в области венечной борозды. Окружная ветвь не достигает правой коронарной борозды и васкуляризирует дорсальные части левых желудочка и предсердия по нескольким ветвям (W. Pérez, 2017).

S. R. Ghazi, M. Tadjalli (1993), G. Yuan (2009) утверждают, что у одно- и двугорбых верблюдов сердце имеет правовенечный тип кровоснабжения, установив, что правая межжелудочковая артерия у изучаемых животных является ветвью правой коронарной артерии, а ветвь межжелудочковой перегородки принадлежит к параконалной межжелудочковой артерии.

У взрослых маралов и пятнистых оленей левая венечная артерия отделяется от аорты коротким стволом, который разделяется на параконалную и окружную ветви. В 45,00–47,00% случаев параконалная артерия отделяется самостоятельно от аорты, отдельно от окружной части левой венечной артерии. После параконалной ветви от окружной артерии на стенку левого желудочка отделяется диагональная ветвь (Ю. М. Малофеев, 1988).

У евразийской рыси диаметр левой коронарной артерии $3,30 \pm 0,05$ мм. В области параконалной межжелудочковой борозды она делится на параконалную и соединительную (огибающую) ветви. Диаметр первой составляет $1,35 \pm 0,05$ мм, она спускается к верхушке сердца и отдает по пути ветвь в межжелудочковую перегородку диаметром $0,90 \pm 0,05$ мм. К правому и левому желудочкам

параконалная артерия отдаёт по три – четыре ветви первого порядка (М. С. Герасименко, А. Андрианова, 2005, 2012).

У амурского тигра правая коронарная артерия, отдав ряд веточек к стенке аорты, ушку и артериального конуса, отделяет веточки к задней стенке правого предсердия и правого желудочка (Р. А. Жилин, 2015).

У овец и коз коллатеральная сеть сердец развита слабо (Р. А. Iaizzo, 2009).

В 53,00% случаев в исследованиях Y. Glock (1982) и в 46,00% случаев по данным R. H. Anderson (2013) в сердца людей наблюдается удвоение устья правой коронарной артерии.

Межартериальные коронарные анастомозы представлены в разном количестве у разных видов: они многочисленны у морских свинок, фактически отсутствуют у кроликов (Д. А. Кэмм, 2011).

V. Ozdemir (2008) пишет, что у всех исследованных шиншилл левая коронарная артерия является единственным развитым источником кровоснабжения стенки сердца. Правая коронарная артерия у шиншилл редуцирована.

У животных в обоих желудочках в наружном слое миокарда сосуды идут продольно, в средних слоях миокарда – поперечно, а во внутреннем – снова продольно. В мышечных перекладинах, которые перекрещиваются между собой, сосуды имеют неправильное расположение. В сосочковых мышцах артерии идут вдоль мышцы в виде магистралей, от которых косо или поперечно отходят ветви второго порядка. В межжелудочковой перегородке, которая состоит преимущественно из циркулярного слоя, сосуды располагаются поперечно. В ушках, где перекрещиваются мышечные перекладки, сосуды приобретают сетевидный характер, в области овальной ямки количество сосудов уменьшается. По краю овальной ямки сосуды располагаются в виде кольца, по ее окружности. В устьях полых вен артериальные сосуды располагаются аналогично (А. U. Ferrari, T. J. Borges, 2003, 2018).

В створки сердечных клапанов у животных, по мнению Т. Xanthos (2011), артериальные сосуды проникают на $\frac{2}{3}$ их высоты, образуя на свободном крае и

на основании створок сосудистые сплетения. В атриовентрикулярных клапанах сосуды в створках развиты лучше, чем в легочных и аортальных.

Некоторые авторы, такие как G.Lorenz (1990), полностью отрицает у животных наличие сосудов в створках сердечных клапанов.

R. Varone (1996) пишет о том, что у крупного рогатого скота синусовый узел всегда васкуляризируется ветвью правой коронарной артерии. Верхушка сердца, а впоследствии и атриовентрикулярный узел, всегда снабжаются периферической артерией. Его неразветвленный пучок, необычно длинный у овец, получает двойное кровоснабжение, как от передних перегородочных ветвей, так и от артерии атриовентрикулярного узла. Проксимальная часть левой и правой ветвей пучка снабжена передними перегородочными ветвями в большинстве сердец. Межкоронарные анастомозы присутствуют в большинстве сердец, особенно в верхней желудочковой перегородке.

A. A. Mohammadpour (2007) указывает на то, что синоатриальный узел у овцы васкуляризируется правой коронарной артерией, атриовентрикулярный узел снабжается кровью ветвями окружной артерией, основной из них является каудальная правая перегородочная артерия, именуемая артерией атриовентрикулярного узла.

A. Soto (2011) считает, что синоатриальный узел у лошади чаще всего васкуляризируется ветвями правого и левого сердечных ушек, а у крупного рогатого скота – левой предсердной артерией.

P. A. Iaizzo (2009) и Фоменко Л. В. (2017) в своих исследованиях указывают, что есть три главных венозных пути, которые выносят из миокарда венозную кровь, это большая, средняя и малые сердечные вены, и сосуды Тебезия.

В научных трудах H. Smodlaka (2009), L. A. Core (2016) описано, что у козы коронарный синус открываются большая и средняя сердечная вены. Средняя сердечная вена повторяет ход субсинусозной межжелудочковой ветви в одноименной борозде и располагается под миокардом. Она образована субсинусозным межжелудочковым венозным стволом, который в свою очередь

возникает из ветвей левого желудочка и вырезки верхушки сердца. Средняя вена у ангорских коз заканчивается на вентральной поверхности коронарного синуса. Большая сердечная вена возникает из межжелудочкового паракопального венозного ствола, образованным двумя дистальными коллатеральными ветвями в дистальной трети паракопальной межжелудочковой борозды. Одна из этих ветвей дистальной коллатеральной вены произошла от соединения, образованного средней сердечной веной и ее ветвями на уровне вырезки верхушки сердца, другая ветвь – из вершины сердца. После выхода из борозды паракопальная межжелудочковая вена продолжается каудально как огибающая ветвь. Последняя открывается в коронарный синус на уровне соединения левой непарной вены.

К. Besoluk, S. Tipirdamaz (2001) утверждают, что у коз ангорской породы паракопальная межжелудочковая вена была образована дистальной коллатеральной веной и ответвлением от вентральной части правого желудочка. При достижении вентральной границы левого предсердия паракопальная межжелудочковая вена получает каудальную ветвь из паракопальной межжелудочковой борозды. Правая сердечная вена возникает из правого желудочка, проходит дорсально по правой коронарной артерии и по ходу забирает две ветви, одна из которых выходит из правого предсердия, а другая – из правого желудочка.

По данным J. L. P. Neto (2009) у коз правая проксимальная предсердная вена образована небольшими ветвями, берущими начало от коронарного желобка у правого предсердия. Вена артериального конуса образовано двумя небольшими ветвями в проксимальной трети правого желудочка. Эти ветви соединились друг с другом и заняли правую проксимальную желудочковую вену на вентральной границе правого предсердия.

У овец левая краевая вена возникает из вершины сердца и проходит к основанию сердца на границе левого желудочка, по своему ходу в нее открываются ветви от передней поверхности предсердия. Левая краевая вена открывается непосредственно в коронарный синус. Самые маленькие сердечные вены в левом предсердии и желудочке не наблюдались (М. А. Genain, 2018).

У собак большая сердечная вена начинается двумя стволами в области вырезки сердца, ее краниальный и каудальный стволы поднимаются параллельно паракональной межжелудочковой борозде (М. В. Ожогина, 2006). По данным Н. В. Зеленецкого и др. (2015) у собак отток венозной крови от стенки сердца осуществляется большой, средней и малыми сердечными венами, причем последние из них в количестве четырех–шести самостоятельно открываются в стенке правого предсердия.

У кошек вены, которые производят отток венозной крови от сердца, были большая сердечная вена, средняя сердечная вена, правые сердечные вены и самые маленькие сердечные вены. Между концевыми ветвями паракональной межжелудочковой вены и субсинусной межжелудочковой веной анастомоза не наблюдается. Коронарный синус образован большой сердечной веной и средней сердечной веной. Правая полукружная вена наблюдалась у трех (50,00%) кошек, и она заканчивалась в средней сердечной вены (G. Aksoy, 2003).

A. Yoldaş, İ. N. Nur (2012) было обнаружено, что у белого кролика венозная система сердца представлена большой, средней, правыми и самыми маленькими сердечными венами. Средняя сердечная вена и правая периферическая вена в 32,00% случаев анастомозируют в общий ствол и открываются в краниальную полую вену. Правые (маленькие) сердечные вены открываются в 4,00% случаев – в правое предсердие и в 96,00% случаев – в краниальную полую вену.

Ю. М. Малофеев (1988) указывает, что у маралов и пятнистых оленей основными источниками кровоснабжения являются большая, средняя, краевая левая, добавочная и малые вены, причем левая краевая берет свое начало от нижней трети высоты левого желудочка. В исследуемой литературе множество авторов высказывается о наличии или, наоборот, отсутствие сосудов Вьессена–Тебезия. Например, Н. Smodlaka (2009) называет эти сосуды еще интрамуральными, и делит их на две группы. Первая группа включает в себя вены, которые впадают в правое предсердие изолировано, их расположение постоянное, калибр этих вен значительный, и с венечным синусом они имеют постоянные сообщения. Ко второй же группе относятся интрамуральные вены

второго порядка, в виде изолированной системы микроскопического размера, которые открываются в сердечные полости. Такие сосуды не имеют постоянного расположения, располагаются непосредственно в эндокарде и прилегающих слоях миокарда, и несут обширное название – сосуды Вьессена-Тебезия. Также есть ряд авторов, которые полностью отрицают существование данных сосудов на эндокарде, к таким авторам относятся И. В. Гайворонский, Г.И. Ничипорук, L. A. Core (2010, 2016).

Заключение

По статистическим данным исследований авторов мы пришли к выводу, что, наиболее полно артериальное и венозное русло сердца изучено у взрослых животных плотоядных и жвачных. Однако в доступной нам литературе не было обнаружено сведений о возрастной и сравнительной анатомии сосудов сердца. Все выше сказанное и послужило нам основанием для детального исследования сосудистой анатомии данного органа у коз англо-нубийской породы на раннем этапе постнатального онтогенеза.

1.1.4 Анатомия проводящей системы сердца

Проводящая система сердца, по мнению Д. А. Зоткина (2019), в своем составе содержит синоатриальную и атриовентрикулярную части, которые в свою очередь входят в состав стенки правого предсердия. К синоатриальной части автор причисляет синоатриальный узел (Кейт-Флака), пучки межузлового быстрого проведения в количестве трех штук, межпредсердный пучок быстрого проведения. Синоатриальный узел заключен в стенку правого предсердия, а рядом с правым атриовентрикулярным клапаном располагаются одноименные узел и пучок, из которых последний носит название пучка Гиса и делится по своему ходу на проводящие пучки Пуркинье. При изучении проводящей системы сердца исследуемых животных Р. Ш. Тайгузином (1998) установлено, что узел Кейт-Флака ярко выражен только в 32,00% случаев, тогда как узел Ашоффа-

Тавары, а также его составляющие у исследуемых животных ярко выражены в 100% случаев (Р. Ш. Тайгузин, 1998).

Основными элементами проводящей системы, по мнению Т.К. Кручина и др. (2011) являются синоатриальный узел, атриовентрикулярный узел, пучок Гиса, ножки пучка Гиса и волокна Пуркинье. Последние три структуры объединяют в систему Гиса-Пуркинье.

В физиологических условиях водителем ритма является центр с наиболее высокой степенью автоматизма – синусовый узел. Атриовентрикулярный узел и вся остальная проводящая система служат лишь для передачи импульса (Е. Н. Хильманович, Е. Ч. Данилецкая, 2017). Синоаурикулярный или синусный узел бледного цвета и располагается субэндокардиально в пограничной бороздке между краниальной полой веной и правым сердечным ушком (И. В. Хрусталева и др., 2002). Синоатриальный узел крупного и мелкого рогатого скота лежит на расстоянии 0,18–0,25 мм под эпикардом в терминальной борозде вблизи соединения между полостью краниальной вены, боковой стенкой правого предсердия и правого предсердия. Синоатриальный узел крупного рогатого скота не содержит центральной артерии. «Р-клетки» имеют большую перинуклеарную зону, больше чем у собак и людей. На периферии синоатриального узла у крупного рогатого скота присутствуют нервные волокна и ганглии (С. А. Remme, 2009).

По мнению J. H. Van Weerd, V. M. Christoffels (2016) у крупного рогатого скота синоатриальный узел, который расположен на стыке верхней поллой вены и правого предсердия, генерирует импульс, который затем движется к атриовентрикулярному узлу, который задерживает сигнал.

У крупного рогатого скота атриовентрикулярный узел расположен у основания межпредсердной перегородки, вентрально от овальной ямки около устья большой сердечной вены. От него отделяется атриовентрикулярный пучок, или пучок Гиса, который продолжается в межжелудочковой перегородке (Т. Kawachima, F. Sato, 2018). У крупного рогатого скота атриовентрикулярный узел лежит субэпикардиально, в межпредсердной мышечной перегородке и связывает

в работе предсердия и желудочки, крупнее синоатриального узла. От атриовентрикулярного узла отходит пучок Гиса, которые разделяется на правую и левую ножки Гиса. Они проходят в межжелудочковой перегородке и разветвляются на волокна Пуркинье, которые идут к наружным стенкам сердца, проходя поперечные мышцы (Е. Г. Турицына, 2019).

Основная часть ножек Гиса топографически проходит через правую поперечную мышцу правого желудочка и две левых поперечных мышцы левого соответственно. Диаметр правой ножки пучка Гиса в пренатальный период составляет 31,30–31,48%, в постнатальный этот показатель равняется – 34,50–36,39%. Левая ножка пучка Гиса делится на две ветви, каждая из которых направляется в составе краниальной и каудальной поперечной мышцы соответственно (Р. Ш. Тайгузин, 1998).

По данным А. Nabipur (2000) синоатриальный узел козла обычно располагается под эпикардом, вдоль него. В коллагеновой оболочке синоатриального узла имеется два основных вида узловых клеток. Одни из этих узловых клеток маленькой, округлой или яйцевидной формы, с пустой, появляющейся цитоплазмой с непропорционально большим центральным ядром и содержащей лишь редкие миофибриллы. Эти клетки называются «Р–клетками». Вторые узловыe клетки тонкие и удлиненные, но намного меньше, чем обычные клетки миокарда. Эти клетки содержат больше миофибрилл и образуют тонкие переплетенные волокна в качестве основного компонента синоатриального узла козы, и называются переходными «Т–клетками».

По данным А. Nabipur (2002) атриовентрикулярный узел коз находится под эндокардом, в нижней правой части межпредсердной перегородки, а также в устье коронарного синуса и острие перегородки трикуспидального клапана. Средние размеры атриовентрикулярного узла у коз составляли 4,23 мм×2,13 мм×0,61 мм. Внутри атриовентрикулярного узла наблюдается масса скручивающихся связующих волокон, которые меньше, чем обычные волокна миокарда.

А. Nabipur and etc (2002) в своих исследованиях пишут, что у коз пучок Гиса продолжается от переднего и нижнего края атриовентрикулярного узла. Он

состоит из параллельных волокон отдельных клеток Пуркинье, проходящих через фиброзное атриовентрикулярное кольцо и на вершине перегородки мышечного желудочка. Правая ножка пучка Гиса выделена в виде компактной структуры на кончике мышечной перегородки желудочка

У овец внутренняя структура синоатриального узла проводящей системы сердца схожа по строению синоатриального узла козы. Гликогена в «Р–клетках» синоатриального узла овцы содержится очень мало, а в «Т–клетках» его практически столько же, что и в обычных клетках миокарда. В каудальной области синоатриального узла располагается несколько парасимпатических ганглиев, каждый из которых заключен в капсулу соединительной ткани и покрыт многочисленными перикарионами. На периферии синоатриального узла присутствуют, как и у быка домашнего, нервные волокна и ганглии (W. V. Gough, E. N. Moore, A. Y. Raghavendra, 1975, 2013). Синоатриальный узел сердца овец расположен на стыке верхней поллой вены с правым предсердием. В области этого узла можно обнаружить три типа мышечных клеток: типичные узловы клетки (клетки кардиостимулятора), переходные клетки и клетки миокарда предсердий. Узловы клетки были наименьшими из трех типов клеток, более веретенообразными, и их концы часто имели волнисты и разветвленны формы (I. Oh, 2018). Атриовентрикулярный узел у овец располагается у основания межпредсердной перегородки. Он имеет компактную яйцевидную форму и состоит из скопления узловых клеток. Узловы клетки веретенообразной формы, небольшие по размеру, около 7,00–8,00 мкм по осевому диаметру. В центре атриовентрикулярного узла клетки располагались более компактно и плотно, чем на периферии. При просвечивающем электронном микроскопе узловы клетки, как правило, встречались вплотную, со случайным переходом из стороны в сторону или между сторонами. Клетки обладают полигональными ядрами, умеренными миофибриллами и обильным гликогеном. Наблюдаются многочисленные нервные окончания с прозрачными или полыми пузырьками, которые находятся в тесном контакте с узловыми клетками (M. Deniz, A. И. Афанасьева, 2004, 2015). Пучок Гиса у овец, непрерывный с

атриовентрикулярным узлом, лежит в основном под эндокардом, но иногда может быть обнаружен в миокарде. В пучковой ткани образованы мышечные нити, состоящие из крупных овальных или цилиндрических клеток. Овальные клетки, которые ограничены узкими межклеточными расщелинами, имеют диаметр 30,00–40,00 мкм. Цилиндрические ячейки – 25,00–30,00 мкм, а длину около 60,00 мкм. Проксимальный общий пучок содержит смесь узловых клеток и крупных овальных клеток пучка. Дистально большинство мышечных клеток принято считать большими с овальной или цилиндрической формами. В клетках пучка обнаружено немного цитоплазматических органелл по сравнению с клетками миокарда, многочисленное количество частиц гликогена. Митохондрии очень маленькие и сферические, с меньшим количеством саркоплазматического ретикулума. Миофибриллы были неразвиты, свободно рассеяны и сильно различались по длине и ширине (С. А. Remme, 2009).

Пучок Гиса у крупного и мелкого рогатого скота, достигнув перегородки, делится на правую и левую ножки. Эти ножки спускаются вниз по стенкам межжелудочковой перегородки и переходят в систему Пуркинье. Клетки Пуркинье в конечных ветвлениях обычно имеют овальную форму и ограничены узкими расщелинами. Трехмерные нити Пуркинье образуют тонкую сеть, напоминающую рыболовную сеть. Конечные разветвления системы Пуркинье вступают в тесный контакт с обычными желудочковыми мышечными клетками (Т. Shimada, 1986). Сердца телят больше похожи на сердца человека тем, что пучки левой ножки пучка Гиса обычно имеют три ветви, которые начинаются в верхней части межжелудочковой перегородки. Овечьи сердца показывают только два пучка, и они появляются на полпути вдоль стенки перегородки. Как в сердце овцы, так и в теле телят небольшие мышечные трабекулы пересекают желудочковую полость – так называемое «ложное сухожилие», которое внутри них несет дистальные разветвления. На правой стороне сердца полоса замедления сердца овец и телят более тонкая, чем у людей, но внутри нее всегда находится ответвление правой ветви пучка. Когда волокна Пуркинье теряют оболочку соединительной ткани, электрические импульсы проходят от

проводящей системы сердца к рабочим миоцитам желудочков. Спорным моментом в отношении сети Пуркинье является существование переходных клеток между рабочим миокардом желудочка и волокнами. В бычьих сердцах существует очень маленькое количество переходных клеток, в которых волокна Пуркинье теряют оболочку соединительной ткани. Однако такие клетки не были обнаружены в сердце овцы (D. Sánchez–Quintana, S.Y. Ho, 2003).

V. Garcia–Bustos (2017) утверждает, что клетки Пуркинье значительно больше, чем клетки миокарда, и размер их поперечного сечения составляет до 90 мкм, в то время как кардиомиоциты обычно не превышают 20,00 мкм. Клетки Пуркинье могут быть одноядерными или двухядерными; их ядра больше ядер кардиомиоцитов, а хроматин менее конденсирован. В базальной трети левого желудочка волокна Пуркинье находятся в толстых интрамиокардиальных пучках, покрытых плотной соединительной тканью. Эти пучки сосуществуют в основании с субэндокардиальными, периваскулярными и концевыми волокнами Пуркинье, восходящими от нижних частей миокарда. Размер и толщина оболочек волокон Пуркинье постепенно уменьшаются по пути. Субэндокардиальные волокна обычно ассоциируются с переходными клетками, которые приводят их в контакт с первым слоем кардиомиоцитов и могут сопровождать их через несколько уровней внутри миокардиального проникновения. Существуют различные типы соединений между проводящей системой и сердечными рабочими клетками: через клеточные тела, контакт через клеточные продолжения и контакт через переходные клетки. Каждая клетка Пуркинье может установить контакт с одним–пятью кардиомиоцитами в своем окружении.

У овец, коз, быков, свиней распознаются субэндокардиальные и интрамиокардиальные клетки Пуркинье (M. Deniz, 2004).

У лошади синоатриальный узел серповидной формы с длиной до 3,50 см, шириной – 1,00 см, а толщиной в 3,00 мм (F. M. A. Moorman, 1998).

Наблюдаются субэндокардиальные, интрамиокардиальные и периартериальные клетки Пуркинье (H. E. König, H. G. Libich, 2004).

Синоатриальный узел собаки имеет веретенообразную, продолговатую форму. У изучаемых животных он разделяется на каудальную узкую часть, которая располагается в области миокарда правого сердечного ушка, и краниальную. Синоатриальный узел у собак располагается субэндокардиально между правым сердечным ушком и краниальной полой веной (Ю. В. Воронцова, 2004).

В результатах своих исследований R. H. Anderson (2004), доказывает, что пучок Гиса у собак состоит из предсердной и желудочковой частей. Предсердная часть атриовентрикулярного пучка располагается субэндокардиально в стенке правого предсердия. «Во всех исследованных сердцах собак бифуркация желудочковой части пучка Гиса на правую и левую ножки располагается в межжелудочковой перегородке сердца. У 78,10% собак длина желудочковой части пучка Гиса превышает длину предсердной части. У 21,80% животных обе эти величины были равны. У собак всех породных типов предсердная часть пучка Гиса имеет примерно одинаковые размеры (4,00–7,00 мм), тогда как длина желудочковой части пучка имеет более широкие пределы, от 4,00 до 9,00 мм» (Ю. В. Воронцова, 2004).

Атриовентрикулярный узел собаки меньше, чем у человека, но имеет более длинный проникающий пучок Гиса (L. Mitrofanova, 2017).

Правая ножка пучка Гиса у собак от места бифуркации располагается субэндокардиально, а на уровне септомаргинальной трабекулы начинает внедряться в миокард со стороны межжелудочковой перегородки. Левая ножка пучка Гиса располагается под эндокардом левой поверхности межжелудочковой перегородки. От места бифуркации пучка Гиса левая ножка в виде неделившегося ствола выходит на поверхность межжелудочковой перегородки между задней и правой створками аортального клапана (M. S. Spach, Ю. В. Воронцова, 1963, 2004).

У кошек форма синоатриального узла была почти треугольной. В нем содержится много нервных волокон и хорошо выраженные на периферии узла нервные ганглии (S. R. Ghazi, M. Tadjalli, 1993).

По данным Т.К. Кручина (2011) у кроликов синусовый узел представляет собой обширную структуру продолговатой формы, начинающуюся от верхней полой вены, идущую вдоль пограничного гребня и доходящую до нижней полой вены. При этом имеется определенная иерархия доминирующего центра автоматизма — чем выше он расположен, тем больше частота ритма.

У кроликов атриовентрикулярный узел смещен вперед из-за большого коронарного синуса (S. R. Ghazi, M. Tadjalli, 1993). У верблюдов синоатриальный узел удлиненной формы, согнут продолговато, состоит из центральной артерии и общего каркаса коллагеновых и эластических волокон, которые поочередно распределены вокруг центральной артерии (F. M. A. Moorman, 1998).

В настоящее время известно, что птицы имеют внутримиекардиальные и периартериальные клетки Пуркинье, которые образуют предсердные и желудочковые распространяющиеся сети Пуркинье в дополнение к субэндокардиальной сети. Различают два вида сетей Пуркинье в сердце цыплят, одна была субэндокардиальной клеткой Пуркинье, а другая – периартериальной клетчаткой Пуркинье.

У страуса субэндокардиальные и периартериальные клетки Пуркинье наблюдаются даже в правом предсердии (I. Le Grice, 2005). У человека синусовый узел расположен субэпикардиально в месте соединения верхней полой вены и наружного края правого предсердия (Т.К. Кручина, 2011).

В исследованиях D. Sánchez–Quintana, S. Y. Ho (2003) написано, что синоатриальный узел у человека представляет собой арочную или веретенообразную структуру. По периферии узла специализированные клетки смешиваются с клетками рабочего миокарда. Синоатриальный узел расположен вокруг артерии, известной как артерия синусового узла, которая может проходить центрально или эксцентрично внутри узла. В 29,00% человеческих сердец эта артерия разветвляется внутри узла. Большинство нервных волокон синоатриального узла человека являются парасимпатическими, а симпатические волокна сосредоточены вокруг его кровеносных сосудов. Расстояние между синоатриальным узлом и эпикардом составляет $0,30 \pm 0,10$ мм. Примерно у 10,00%

людей этот узел не расширяется в направлении нижней полой вены, а имеет форму подковы вокруг нижней части отверстия верхней полой вены (L. Mitrofanova, 2017).

По данным Т. К. Кручина (2011) и В.А. Карпова (2012) у человека узел Кейт-Флака с узлом Ашоффа-Тавара соединяются тремя путями. Тракт Бахмана является передним путем и топографически располагается на передневерхней стенке правого предсердия. По своему ходу у межпредсердной перегородки он разделяется на две ветви. Первая ветвь направляется к узлу Ашоффа–Тавара, вторая же ветвь – к левому предсердию. В связи с этим к стенке левого предсердия нервный импульс подходит с задержкой в 0,20 секунды. Тракт Венкебаха является средним путем и топографически располагается на межпредсердной перегородке, направляясь к узлу Ашоффа–Тавара. Тракт Тореля – задний путь и направляется к узлу Ашоффа–Тавара по вентральной части межпредсердной перегородки. От данного тракта отходят нервные волокна в сторону стенки правого предсердия.

По мнению R. H. Anderson (2013) у человека атриовентрикулярный узел находится на вершине треугольника Коха. Он состоит из компактной части и участков переходных кардиомиоцитов. Основание треугольника образовано отверстием коронарного синуса вместе с преддверием правого предсердия, поддерживающим перегородочную створку трехстворчатого клапана (I. Gussak, 2013). Атриовентрикулярный узел, пучок Гиса и его левая и правая ножки представляют собой основную проксимальную проводящую систему. Атриовентрикулярный узел расположен в переднем отделе коронарного синуса, на правой стенке предсердия над желудочковой перегородкой. Между узлом и желудочковым миокардом имеется волокнистая изоляция. Узел состоит из компактного узла и переходной зоны между узлом и предсердным миокардом (I. Oh., 2018).

Пуркинье описал сеть крупных вакуолизированных клеток, окрашенных бледно в окрашенных тканях (называемых в дальнейшем клетками Пуркинье) в сердечной мышце овец в 1845 г. Позднее Тавара начал свое анатомическое

исследование с наблюдения клеток Пуркинье у овец и разработал его для признания всей проводящей системы сердца (1962). Кроме того, он пришел к выводу, что клетки Пуркинье образуют волокна в субэндокардиальном слое миокарда желудочков как терминальные разветвления ветвей пучка, соединяющиеся с обычным миокардом у человека и млекопитающих. Волокна Пуркинье человека и собаки проходят исключительно в субэндокардиальных слоях и называются субэндокардиальными, интрамиокардиальные клетки Пуркинье у них отсутствуют (K.L.Moore, 2007). Волокна Пуркинье у человека создают обширную субэндокардиальную сеть, образуя многоугольное расположение в левом желудочке с характерным рисунком вокруг папиллярных мышц (A. Ansari, 1999). Волокна Пуркинье разветвляются в верхушке желудочка и простираются до внутренней части двух папиллярных мышц митрального клапана, но также и вдоль желудочкового канала к сердечной основе. Более дистально, в вершине желудочков человеческого сердца, становится почти невозможно проследить разветвления волокон Пуркинье, поскольку они теряют свою волокнистую оболочку и очень похожи на рабочий миокард (I. P. Temple, S. Inada, 2013).

Заключение

В результате анализа отечественной и зарубежной литературы по проводящей системе сердца млекопитающих было установлено, что детально исследованы синоатриальный и атриовентрикулярный узлы. При этом про такие структуры, как пучок Гиса и волокна Пуркинье, имеются только отрывочные данные. Все вышесказанное послужило нам основанием для детального исследования данной области.

2. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Материал и методы 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.

Перед каждым макроморфометрическим исследованием сначала определяли возраст, массу и длину тела козы англо-нубийской породы. Следующим этапом вскрывали грудную клетку путем расчленения реберных

хрящей и удаления грудины, удаляли ребра, определяли скелетотопию и синтопию сердца.

С помощью тонкого анатомического препарирования из грудной полости коз англо-нубийской породы извлекался трахео-легочно-сердечный комплекс органов.

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

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 субсинусозной 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 разреза 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.

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

материал. 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. Зеленевского (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%.

Недостатком прописи Чумакова В.Ю. в модификации Н. В. Зеленевского (2012) является то, что при изготовлении данного раствора, происходит его быстрое расслоение на составляющие. Поэтому при изготовлении рентгеноконтрастной массы по данной прописи необходимо постоянное размешивание получаемого раствора электромешалкой. Также недостатком вышеуказанной прописи является ее низкое проникновение в экстра- и интрамуральное сосудистое русло, что особенно выражено в звенья гемомикроциркуляции из-за крупных частиц свинцового сурика.

Рентгеноконтрастная масса по прописи Кульчицкого и др. (1983) в отличие от прописи Чумакова В.Ю. наоборот очень хорошо проникает даже в звенья гемомикроциркуляторного русла, а также при получении готового раствора за счет наличия в ней глицерина его компоненты очень медленно расслаиваются. Путем комбинирования методов мы заполняли артериальное русло исследуемых

коз англо-нубийской породы рентгеноконтрастной массой по прописи В.Ю.Чумакова, а венозное – по прописи К.И. Кульчицкого. Таким образом, на полученных рентгенограммах можно отличить сосуды артериального русла от венозного, так как молекулярная масса железного сурика (~160) практически в 5 раз меньше такого же показателя для свинцового и, соответственно, в наименьшей степени поглощает рентгеновские лучи.

При приготовлении рентгеноконтрастной массы по третьей прописи М. В. Щипакина, А. В. Прусакова, Д. С. Былинской, С. А. Куга (2013), порошок медицинского гипса вводили в смесь жидких компонентов тонкой струей, и затем полученную массу тщательно перемешивали в течение 20–30 минут до получения однородной взвеси с вязкостью аналогичной плазме крови. Недостатками данной прописи является то, что полученный раствор нужно незамедлительно вводить в сосудистое русло, а порошок медицинского гипса перед использованием обязательно просеивать через сито. Достоинством рентгеноконтрастной массы данной прописи является то, что она легко проникает в кровеносные сосуды, включая сосуды гемомикроциркуляторного русла. На вазорентгенограммах сосуды, заполненные вышеуказанной рентгеноконтрастной массой, имеют яркую, четкую и контрастную тень. После введения в брюшную аорту рентгеноконтрастной массой кадаверный материал помещали на пяти – семь суток в 10,00% раствор формальдегида. Таким образом, происходит фиксация проникшей в терминальное кровеносное русло рентгеноконтрастной массы. С рентгенограмм делали фотоотпечатки в натуральную величину и фотографии, сканировали и обрабатывали в электронной программе на ПК.

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 Pixera 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 (МРТ) 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. Тело козы англо-нубийской породы помещали в специальную считывающую катушку той областью, которую нужно сканировать, например, в частности грудной отдел. После укладки труп животного помещают в

аппарат МРТ. Оператор МРТ запускает программу, далее катушка, в которую погружен труп животного, принимает данные с заранее выбранной сканируемой области и передает все данные в компьютер томографа. Далее происходит обработка данных, в результате которых, мы получаем изображение на экране монитора, которое в последующем интерпретируем. При томографии сердца козы англо-нубийской породы нами использовалось несколько программ для исследования: T1 и T2; и разные срезы сканирования: сагиттальный, коронарный и аксиальный.

Полимерное бальзамирование, которое также сокращенно называется пластинацией, проводилось на базе Международного Морфологического Центра, г. Санкт-Петербург. Пластинация включает в себя 5 этапов:

1. Ручное изготовление препаратов, которое подразумевает под собой тонкое анатомическое препарирование.

2. Дегидратация. Данный этап осуществляется с помощью специального разработанного Международным Морфологическим Центром раствора, защищенного патентом. За счет этого раствора происходит снижение содержания воды в тканях изготавливаемого органа до 1%.

3. Обезжиривание. В сконструированном регенераторе с помощью промежуточного растворителя происходит очищение тканей изготавливаемого препарата от жира и воды.

4. Пропитывание (импрегнация). В вакуумной камере, заполненной полимером, помещают изготавливаемый препарат. После чего в камере создается низкое давление, что вызывает кипение промежуточного растворителя в тканях органа. При кипении промежуточного растворителя его место в межклеточном пространстве занимают молекулы полимера.

5. Полимеризация. Данный этап полимерного бальзамирования является заключительным. На данной стадии молекулы полимера связываются друг с другом, образуя гигантские полимерные цепи. После застывания полимера на поверхности изготавливаемых препаратов, их необходимо выдержать несколько

часов в изостатических и изотермических условиях для окончательной полимеризации силикона в глубоких слоях органов.

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).

2.2 Результаты исследования

2.2.1 Морфология сердца коз англо-нубийской породы в возрастном аспекте

Сердце (cor) коз англо-нубийской породы располагается краниально диафрагмы в области от третьего до шестого ребра, между левым и правым лёгкими в грудной полости (рисунок 1,3). По отношению грудной клетки сердце заключено косовертикально с третьего по шестое межреберье в перикардальную плевру (pleura pericardium), которая являются частью средостения грудной полости. Основание сердца (basis cordis) англо-нубийских коз лежит на высоте середины первого ребра. Оно расширено и направлено дорсально (рисунок 2,4). Верхушка сердца (apex cordis) располагается в области пятого–шестого межрёберного пространства вблизи грудной кости, сужена, устремлена вентрокаудально и несколько влево. Из-за такого строения у коз англо-нубийской породы сердце имеет расширенно–укороченную конусовидную форму. Абсолютная масса сердца коз англо-нубийской породы в возрасте от одного года и старше и весом $55181,67 \pm 5504,14$ г составляет $221,73 \pm 21,47$ г, что является

0,43±0,04% от общей массы тела животного. У половозрелых особей весом 38450,21±3809,01 г эти данные составляют 135,47±13,51 г и 0,35±0,03% соответственно. У новорожденных козлят весом 5670,78±668,90 г абсолютная масса сердца составляет 35,05±3,01 г, а относительная равняется – 0,50±0,04%.

Сердце у коз англо-нубийской породы, как и у всех млекопитающих, четырёхкамерное. Изнутри его разделяют межпредсердная и межжелудочковая перегородки (*septum interatriale et interventriculare*), разделяя полость сердца на две половины – правую и левую. Правая и левая полости, в свою очередь, делятся на две камеры – предсердие и желудочек. Предсердия (*atrium dextrum et sinistrum*) находятся в области основания сердца и с наружной поверхности отделяются от желудочков ярко выраженной венечной бороздой (*sulcus coronarius*). В этой борозде содержатся основные стволы одноименных сосудов, которые отвечают за васкуляризацию сердечной стенки (рисунок 11,12). Обхват сердца в области венечной борозды у годовалых коз англо-нубийской породы составляет 225,16±22,21 мм, у половозрелых животных – 183,42±19,20 мм, а новорожденных козлят – 108,43±9,87 мм. Таким образом, обхват сердца в области венечной борозды у коз англо-нубийской породы изначально увеличивается в 1,23 раза, а затем в 1,70 раза. Длина продольной оси сердца козы англо-нубийской породы составляет у новорожденных особей – 65,94±7,02 мм, у половозрелых – 105,47±9,92 мм, что 1,6 раза больше по сравнению с новорожденными. У годовалых коз длина продольной оси составляет 138,32±14,03 мм, что в 1,31 раза больше, чем у половозрелых.

Желудочки (*ventriculus cordis dexter et sinister*) у коз англо-нубийской породы составляют большую часть сердца и разделяются с наружной поверхности правой и левой продольными бороздами (*sulcus interventricularis subsinuus et parasinuosus*). Данные борозды принято считать наружными границами между желудочками, которые сходятся на краниальной поверхности сердца, не достигая его верхушки. Левый желудочек по отношению к данным бороздам расположен несколько слева и сзади, а правый – несколько справа и спереди.

Сердце козы англо-нубийской породы располагается в средостении грудной полости и заключено в перикардальную плевру, которую изнутри выстилает фиброзный листок перикарда. Перикард, в свою очередь, состоит из вышеназванного фиброзного листка перикарда и собственно серозного перикарда, который участвует в образовании перикардальной сумки. Серозный перикард (pericardium serosum) состоит из двух листков, наружный – париетальный листок серозного перикарда, а внутренний листок – висцеральный листок, который образует наружную оболочку сердца, эпикард (epicardium). Между париетальным и висцеральным листками серозного перикарда у коз англо-нубийской породы располагается перикардальная полость с небольшим количеством серозной жидкости. Толщина серозного перикарда у годовалых коз англо-нубийской породы составляет $0,29 \pm 0,03$ мм.

Миокард (myocardium) предсердия у коз англо-нубийской породы состоит из двух слоев мышечных волокон. Наружный слой миокарда предсердий является общим, как для правого, так и для левого. Внутренний слой собственный для каждого предсердий и имеет продольную ориентацию мышечных волокон. Наружный же слой имеет поперечное направление и образован плотно прилегающими друг к другу сократительными (рабочими) кардиомиоцитами, формирующими длинные разнонаправленные тяжи. Отмечается более извилистый ход мышечных волокон и более широкие промежутки между ними, чем в межжелудочковой перегородке. Сократительные кардиомиоциты в данном отделе удлиненной формы, толщина клеток варьируется в пределах 16,00–20,00 мкм и составляет в среднем $17,6 \pm 1,5$ мкм. Площадь клеток на поперечном срезе составляет в среднем $294,5 \pm 31,6$ мкм² (рисунок 5,6). В целом, кардиомиоциты в данном отделе сердца характеризуются неоднородностью строения: в менее дифференцированных в плане сократительной активности клетках определяются перинуклеарные просветления и секреторные гранулы, не встречавшиеся в кардиомиоцитах межжелудочковой перегородки. Ядра клеток овальной, немного удлиненной формы, нормохромные, с равномерным распределением

мелкоглыбчатого хроматина. В части клеток ядра вытянутые, уплощенной формы, умеренно гиперхромные (рисунок 7).

Средние значения для большого диаметра ядра составляют $10,10 \pm 1,10$ мкм, для малого $4,30 \pm 0,40$ мкм. Средняя площадь ядер сократительных кардиомиоцитов варьируется в пределах $40,00$ – $48,00$ мкм² и составляет в среднем $42,70 \pm 3,20$ мкм². При окраске трихромом по Массону между мышечными элементами миокарда выявляются прослойки рыхлой малоклеточной неоформленной соединительной ткани разной толщины, содержащей кровеносные сосуды капиллярного типа и единичные небольшие группы адипоцитов (рисунок 8). По периферии тонкие тяжи коллагеновых волокон переходят в рыхлую неоформленную соединительную ткань эндокарда, покрытого одним слоем уплощенных эндотелиальных клеток. Толщина эндокарда в данном отделе варьируется в пределах $13,00$ – $25,00$ мкм и составляет в среднем $17,20 \pm 2,20$ мкм. Ядра эндотелиальных клеток преимущественно овальной и удлиненной формы. Большой и малый диаметр ядра эндотелиоцитов составляет в среднем $7,80 \pm 1,50$ и $4,80 \pm 0,60$ мкм (рисунок 9,10).

Миокард желудочков у коз англо-нубийской породы состоит из пяти слоев мышечных пучков, из которых наружный и внутренний слои ориентированы косо–продольно, а три центральных слоя состоят из мышечных пучков в виде восьмерки. Внутреннюю поверхность сердца козы англо-нубийской породы, как и у всех сельскохозяйственных животных, выстилает эндокард (endocardium).

Правое предсердие замыкает большой круг кровообращения, оно делится на преддверие предсердия, включающее в себя синус полых вен, и собственную часть предсердия с правым сердечным ушком. Внутренняя поверхность правого предсердия представлена гребешковыми мышцами (*mm. pectinati*), пограничным гребнем (*crista terminalis*), синус полых вен (*sinus venarum cavarum*) и овальной ямкой (*fossa ovalis*). Гребешковые мышцы в свою очередь делятся на более крупные мышцы первого порядка и на их ответвления – мышцы второго порядка (рисунок 37). В правом предсердии гребешковых мышц насчитывается от



Рисунок 1 – Поперечный срез сердца козы англо-нубийской породы при сканировании с помощью аппарата МРТ. Возраст 14 дней:

*1–аорта; 2 – легочной ствол; 3,6 – легочные артерии; 4 – правый желудочек;
5 – полулунный клапан легочного ствола.*

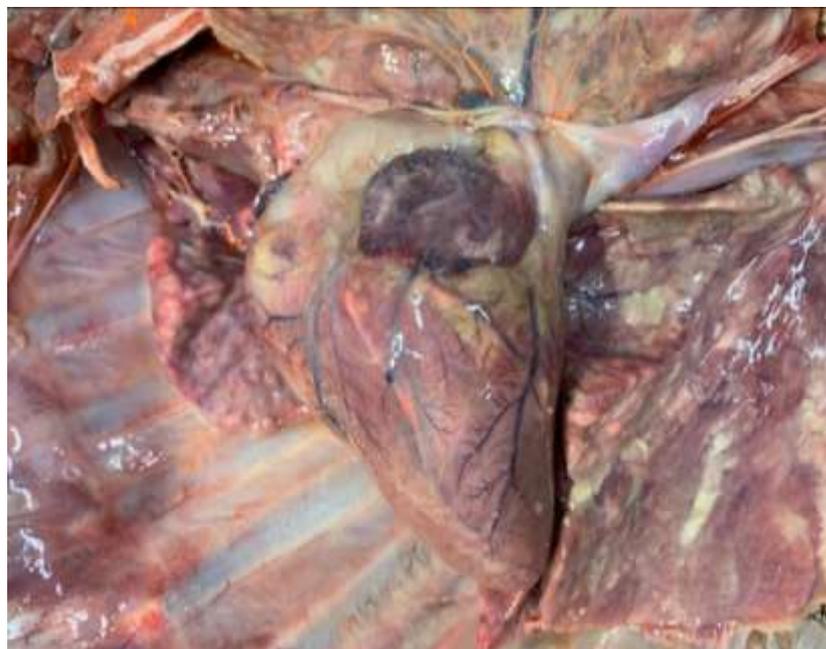


Рисунок 2 – Сердце козы англо-нубийской породы, инъецируемое свинцовым суриком. Возраст 12 месяцев.



Рисунок 3 – Топография сердца козы англо-нубийской породы при сканировании с помощью аппарата КТ. Возраст 10-14 дней.

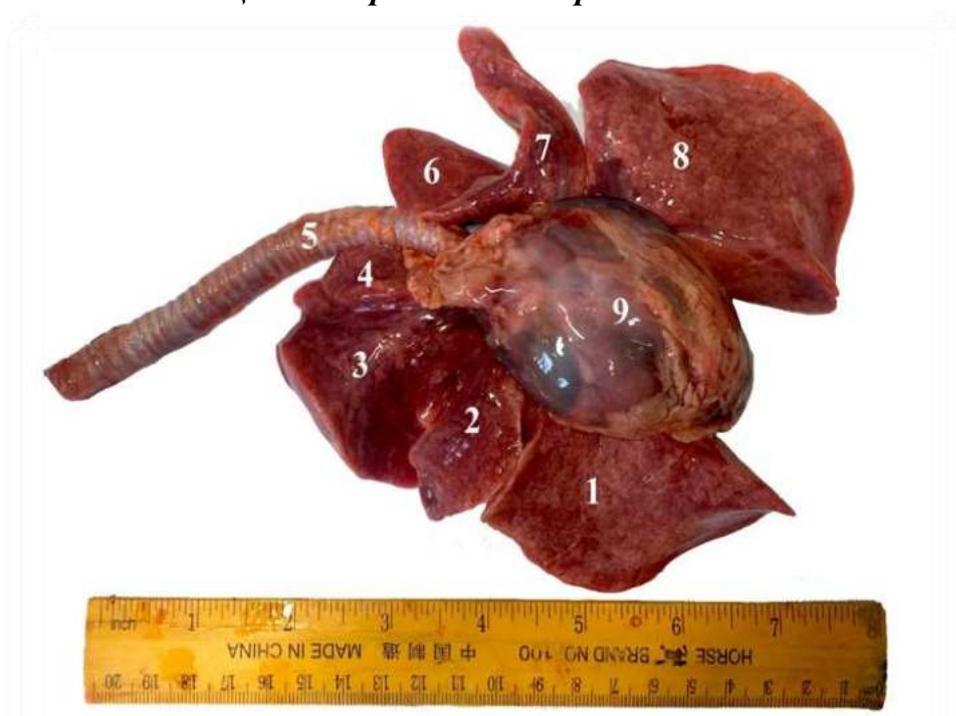


Рисунок 4 – Органокomплекс грудной клетки козы англо-нубийской породы. Возраст 7 месяцев:

1 – каудальная правая доля легкого; 2 – средняя правая доля легкого; 3 – краниальная правая доля легкого; 4 – добавочная доля правого легкого; 5 – трахея; 6 – краниальная левая доля легкого; 7 – средняя левая доля легкого; 8 – каудальная левая доля легкого; 9 – сердце.

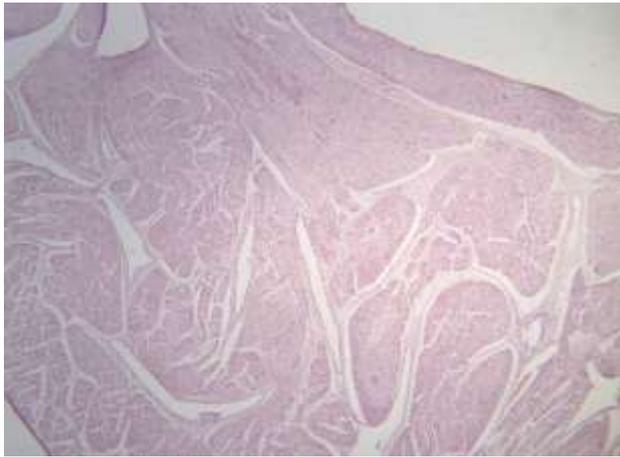


Рисунок 5 – Миокард предсердия
Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 40

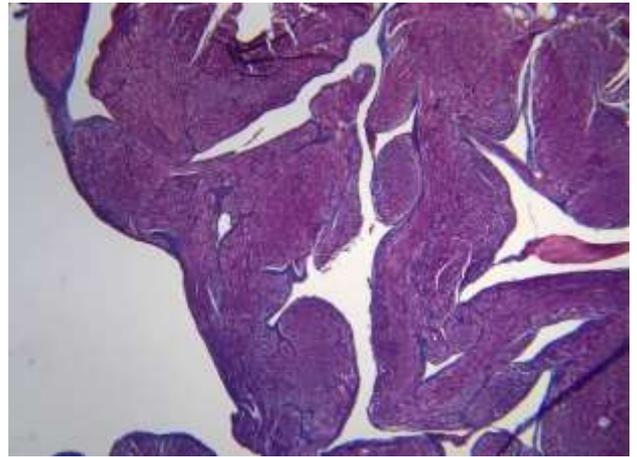


Рисунок 6 – Миокард предсердия
Окраска трихромом по Массону. Ув. 40

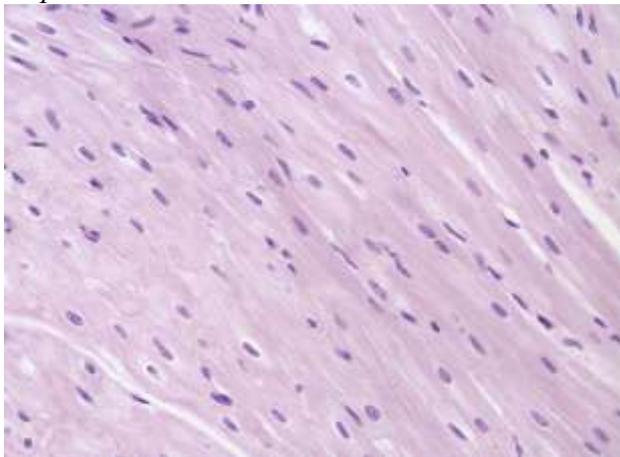


Рисунок 7 – Миокард предсердия
Определяются тяжи сократительных (рабочих) кардиомиоцитов типичного строения. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 400

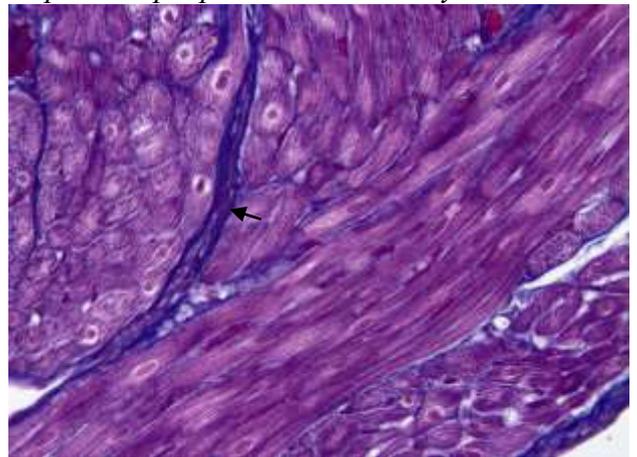


Рисунок 8 – Миокард предсердия
Тяжи кардиомиоцитов разделены соединительнотканными прослойками, окрашенными красителем в синий цвет (стрелка). Окраска трихромом по Массону. Ув. 400

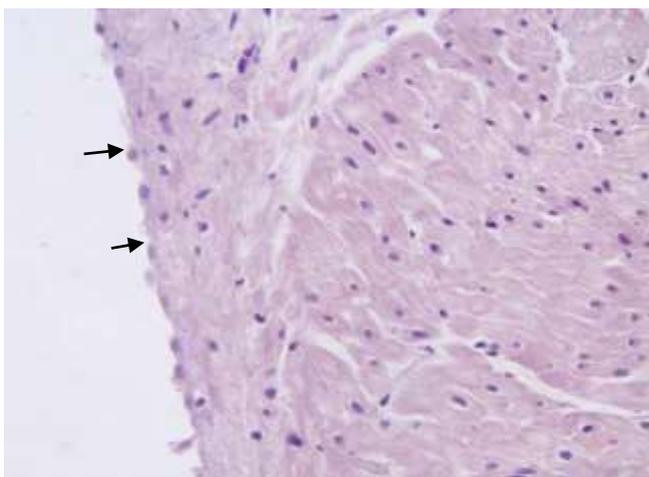


Рисунок 9 – Миокард предсердия
Определяются тяжи сократительных (рабочих). Эндокард выстлан одним слоем эндотелиальных клеток (стрелки). Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 400

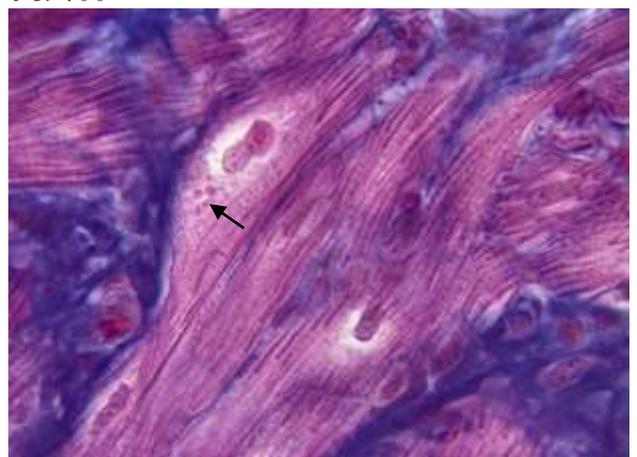


Рисунок 10 – Миокард предсердия
Выявляются малодифференцированные двуядерные кардиомиоциты, содержащие характерные секреторные гранулы (стрелка). Окраска трихромом по Массону. Ув. 400

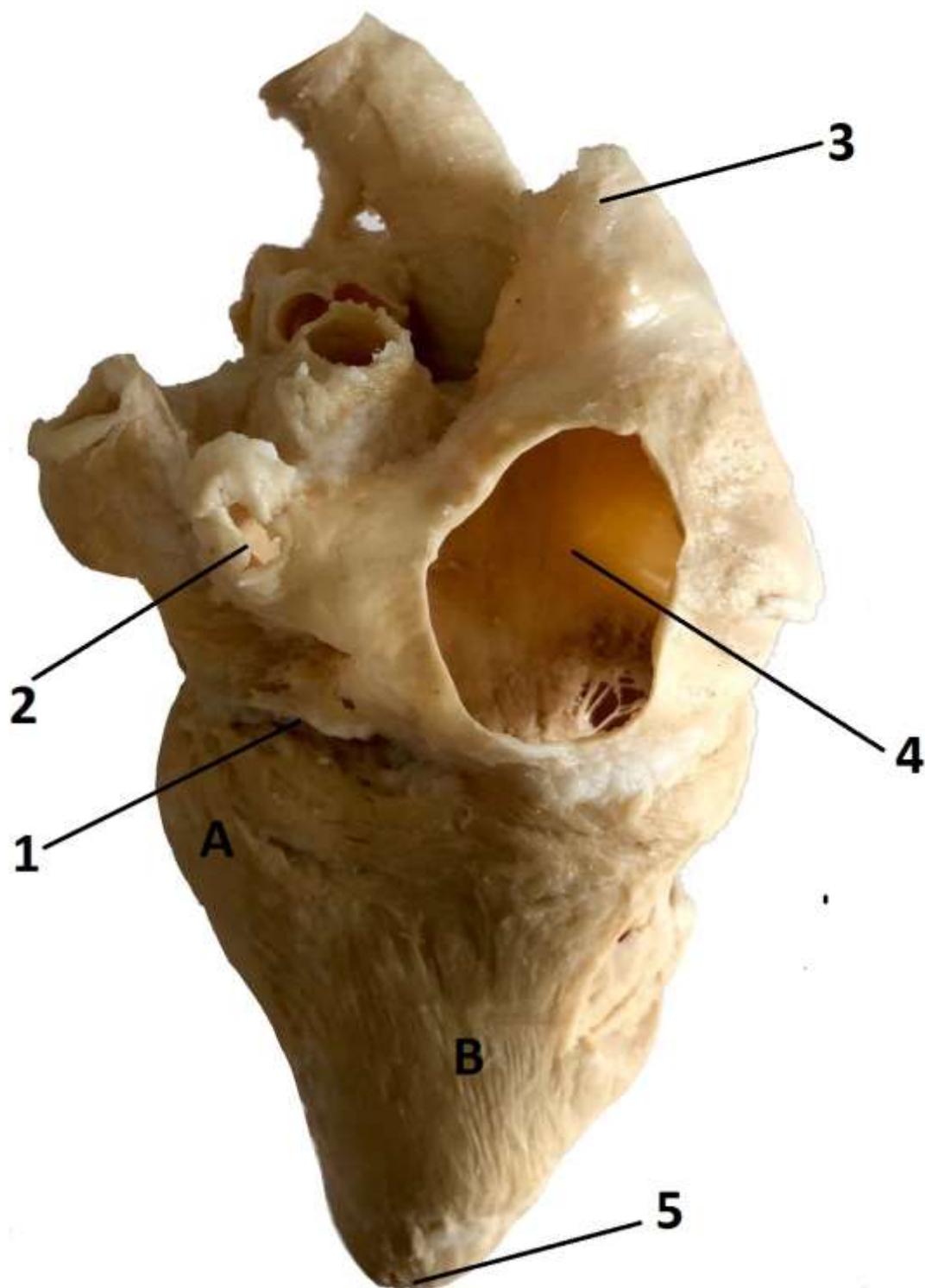


Рисунок 11 – Пластина сердца козы англо-нубийской породы.

Возраст 12 месяцев:

*A – левый желудочек; B– правый желудочек; 1 – венечная борозда; 2 – каудальная полая вена;
3 – краниальная полая вена; 4 – полость правого предсердия; 5 – верхушка сердца.*



Рисунок 12 – Сердце козы англо-нубийской породы, зафиксированное в формалине. Возраст 12 месяцев.

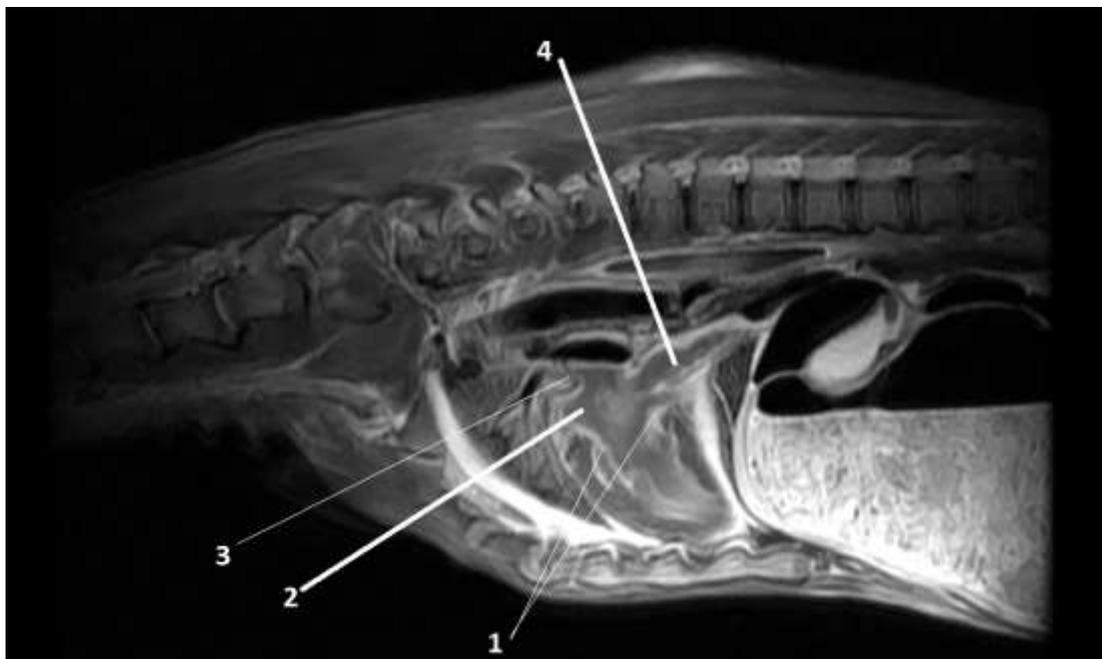


Рисунок 13 – Сердце козы англо-нубийской породы при сканировании с помощью аппарата МРТ. Возраст 14 дней:

1 – трикуспидальный клапан; 2 – правое предсердие; 3 – устье краниальной полой вены; 4 – краниальная полая вена.

двенадцати до шестнадцати и сосредоточены они в большем количестве с внутренней поверхности правого сердечного ушка (*auricula cordis dextra*).

Между латеральным краем ушка и устьем краниальной полой вены на сердце англо-нубийской козы располагается пограничная борозда (*sulcus terminalis*), с внутренней поверхности которой соответствует пограничный гребень. На межпредсердной перегородке у коз англо-нубийской породы наблюдается овальное отверстие (*foramen ovale*), которое после рождения зарастает клапаном, и на его месте со стороны правого предсердия остается овальная ямка (*fossa ovale*).

Вентральнее овальной ямки располагается венечный синус. В состав синуса полых вен входят устья краниальной и каудальной полых вен (*vena cavae cranialis et caudalis*) с диаметром $12,34 \pm 0,12$ мм и $11,09 \pm 0,11$ мм соответственно. Между устьями полых вен располагается межвенозный бугорок (*tuberculum intervenosum*) (рисунок 13). С наружной поверхности правое предсердие ограничено от правого желудочка венечной бороздой (*sulcus coronarius*), которая покрыта прослойкой эпикардального жира. Также снаружи правого предсердия отчетливо можно наблюдать правое сердечное ушко, так называемый, слепой мешок, длиной $33,02 \pm 0,33$ мм, шириной $31,64 \pm 0,31$ мм и толщиной $0,89 \pm 0,08$ мм.

Левое предсердие, также, как и правое, состоит из собственно левого предсердия и левого ушка (*auricula cordis sinistra*), длина которого у годовалой особи составляет $22,81 \pm 0,28$ мм, ширина – $23,01 \pm 0,23$ мм, а толщина $0,85 \pm 0,08$ мм (рисунок 23). 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. Диаметр данных лакун у годовалых животных составляет ($5,12 \pm 0,51$ мм) (*ostia venarum pulmonalium*).

Гребешковые мышцы у годовалых коз англо-нубийской породы образованы плотно прилежащими друг к другу сократительными (рабочими) кардиомиоцитами, формирующими длинные разнонаправленные тяжи.

Сократительные кардиомиоциты в данном отделе удлинённой формы, толщина клеток варьируется в пределах 12,00–24,00 мкм и составляет в среднем $18,90 \pm 1,60$ мкм (рисунок 15,16). Площадь клеток на поперечном срезе составляет в среднем $278,30 \pm 24,10$ мкм². Ядра клеток овальной, немного удлинённой формы, нормохромные, с равномерным распределением мелкоглыбчатого хроматина. В части клеток ядра вытянутые, уплощённой формы, умеренно гиперхромные. Средние значения для большого диаметра ядра составляет $12,70 \pm 1,30$ мкм, для малого – $4,20 \pm 0,40$ мкм. Средняя площадь ядер сократительных кардиомиоцитов варьируется в пределах 40,00–45,00 мкм² и составляет в среднем $42,90 \pm 3,20$ мкм² (рисунок 17,18). При окраске трихромом по Массону между мышечными элементами миокарда гребешковой мышцы выявляются прослойки рыхлой малоклеточной неоформленной соединительной ткани разной толщины, 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 уплощённых эндотелиальных клеток. Толщина эндокарда в данном отделе варьируется в пределах 15,00–30,00 мкм и составляет в среднем $21,60 \pm 3,50$ мкм. Ядра эндотелиальных клеток преимущественно овальной и удлинённой формы. Большой и малый диаметр ядра эндотелиоцитов составляет в среднем $7,30 \pm 0,50$ мкм и $3,10 \pm 0,30$ мкм (рисунок 19,20).

По результатам исследований, которые представлены в таблице 2, видно, что высота правого предсердия у половозрелых коз англо-нубийской породы с периода новорожденности увеличивается в 1,50 раза, ширина – в 2,03 раза, а толщина – в 1,51 раза. В свою очередь, у годовалых особей данные показатели увеличиваются в 1,01, 1,06, и 1,07 раза соответственно. Высота стенок левого предсердия у половозрелых коз увеличивается с периода новорожденности в 1,92 раза, ширина – в 2,24 раза, а толщина – в 1,91 раза. У годовалых животных высота, ширина и толщина увеличиваются в 1,05, 1,02 и 1,13 раза соответственно. Также по данным таблицы 2 видно, что длина гребешковых мышц левого предсердия у половозрелых коз увеличивается в 1,86 раза, а у годовалых в 1,10

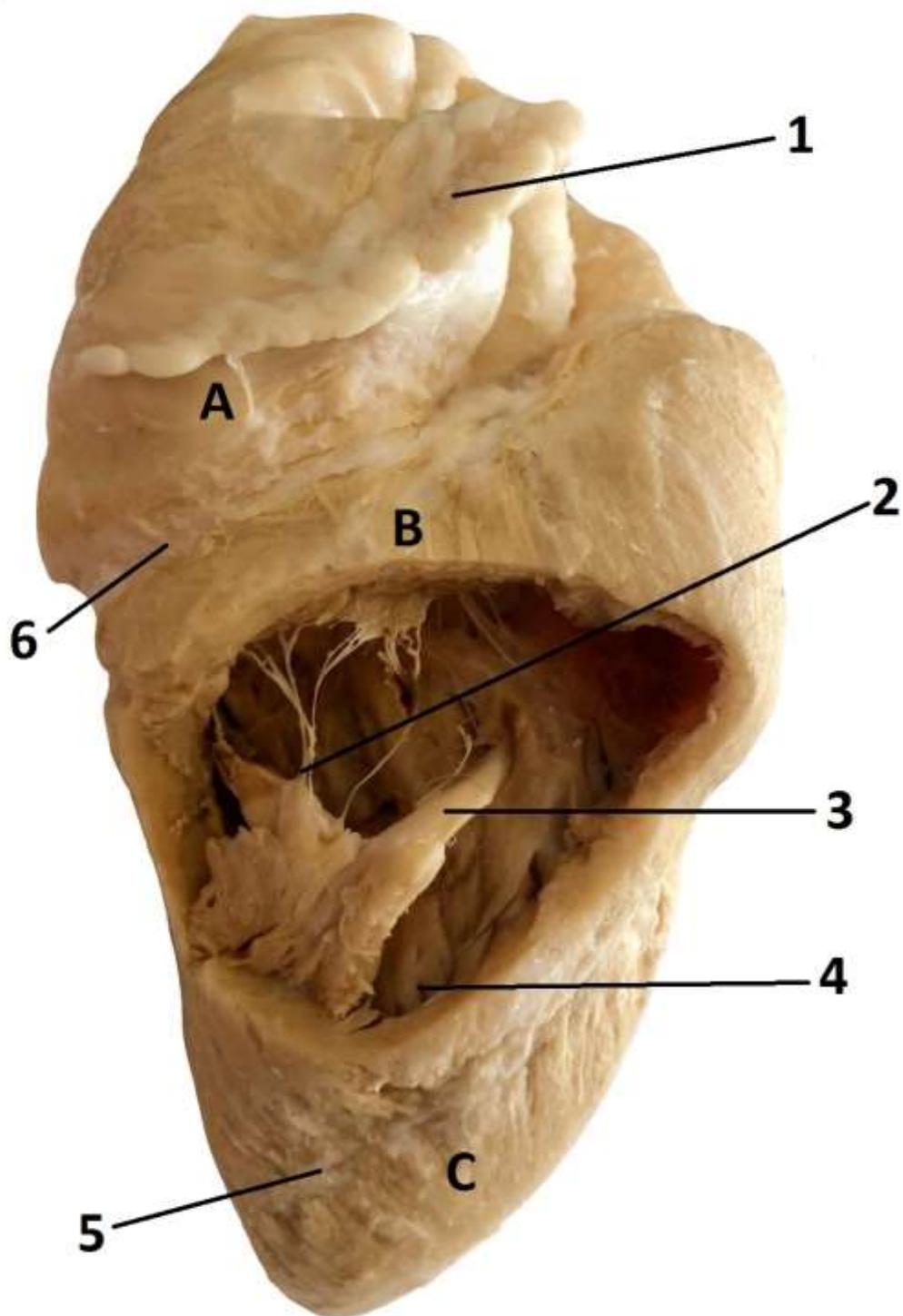


Рисунок 14 – Пластинат сердца козы англо-нубийской породы.

Возраст 12 месяцев:

*A – правое предсердие; B – правый желудочек; C – левый желудочек;
 1 – правое сердечное ушко; 2 – сухожильные струны трикуспидального клапана;
 3 – правая септомаргинальная трабекула; 4 – мясистые трабекулы; 5 – параканальная межжелудочковая борозда; 6 – венечная борозда.*

Таблица 2 – Возрастные морфометрические данные линейных параметров предсердий и их гребешковых мышц козы англо-нубийской породы, мм

Линейные параметры предсердий и их гребешковых мышц	Возрастная группа животных		
	Новорожденные (10–14 дней)	Половозрелые (шести – семи месяцев)	Годовалые (12 месяцев)
Правое предсердие			
Высота	44,26±0,45	67,91±0,68*	69,12±0,69**
Ширина	11,54±0,16	23,45±0,24*	25,09±0,25**
Толщина	0,88±0,02	1,33±0,03*	1,52±0,05**
Длина гребешковых мышц	6,80±0,07	14,76±0,15*	15,83±0,15**
Левое предсердие			
Высота	35,09±0,34	67,53±0,68*	71,06±0,71**
Ширина	10,47±0,11	23,52±0,24*	24,13±0,25**
Толщина	0,91±0,09	1,74±0,02*	1,98±0,02**
Длина гребешковых мышц	7,90±0,08	14,71±0,15*	16,21±0,16**

* p <0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

** p <0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

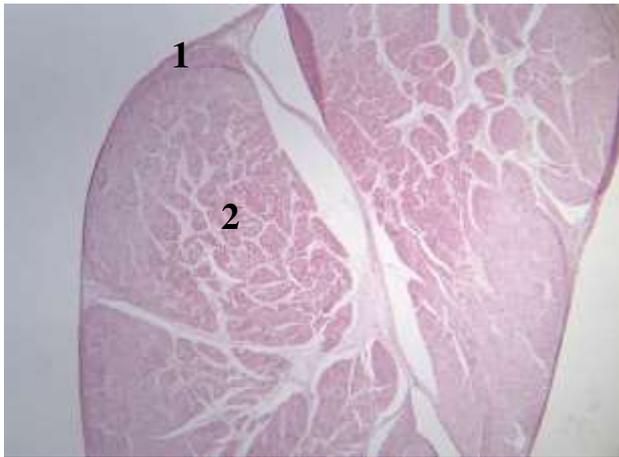


Рисунок 15 – Гребешковая мышца
 Обозначения: эндокард (1), миокард (2).
 Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 100

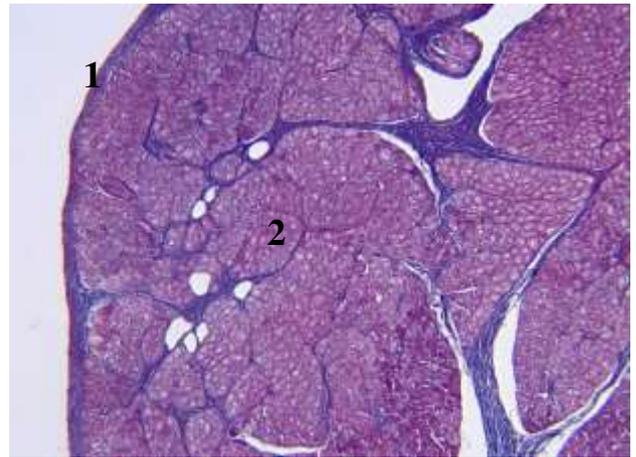


Рисунок 16 – Гребешковая мышца
 Обозначения: эндокард (1), миокард (2).
 Окраска трихромом по Массону. Ув. 100

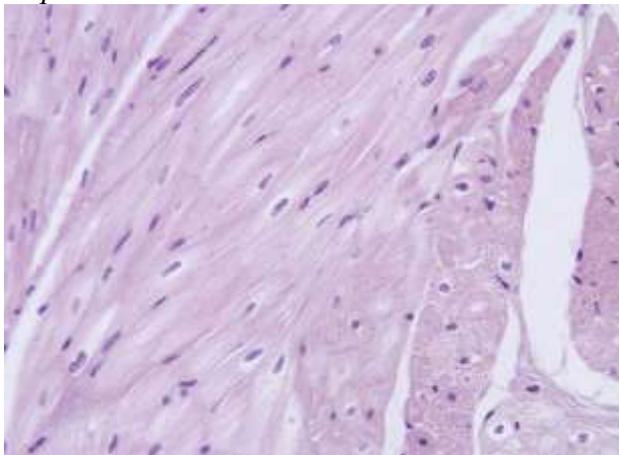


Рисунок 17 – Гребешковая мышца
 Определяются разнонаправленные тяжи сократительных (рабочих) кардиомиоцитов. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 400

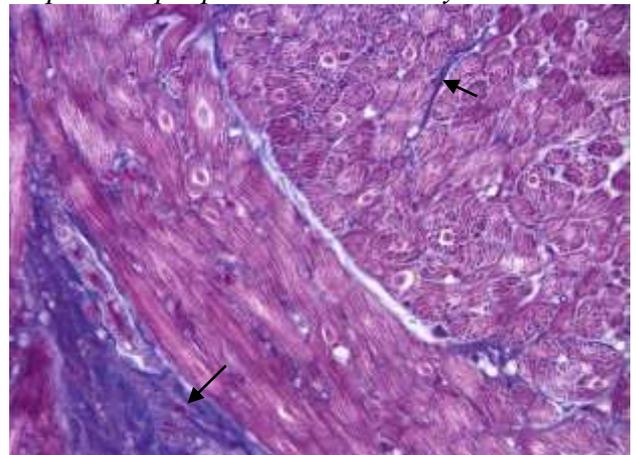


Рисунок 18 – Гребешковая мышца
 Тяжи кардиомиоцитов разделены соединительнотканными прослойками, окрашенными красителем в синий цвет (стрелка). Окраска трихромом по Массону. Ув. 400

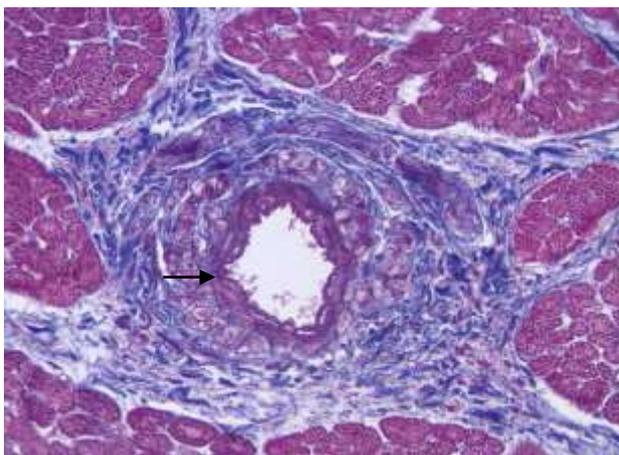


Рисунок 19 – Гребешковая мышца
 В толще миокарда определяется кровеносный сосуд (артерия) мышечного типа (стрелка), окруженный рыхлой неоформленной соединительной тканью. Окраска трихромом по Массону. Ув. 400

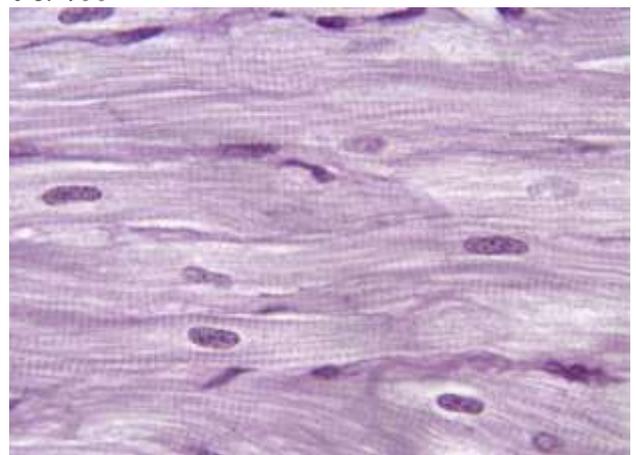


Рисунок 20 – Гребешковая мышца
 Определяются разнонаправленные тяжи сократительных (рабочих) кардиомиоцитов с четко выраженной поперечной исчерченностью. Окраска Шифф-йодной кислотой по Мак-Манусу. Ув. 1000



Рисунок 21 – Поперечный срез сердца козы англо-нубийской породы при сканировании с помощью аппарата МРТ. Возраст 14 дней:
 1 – правый желудочек; 2 – межжелудочковая перегородка; 3 – стенки желудочков; 4 – левый желудочек; 5 – левое предсердие; 6 – устья легочных вен.

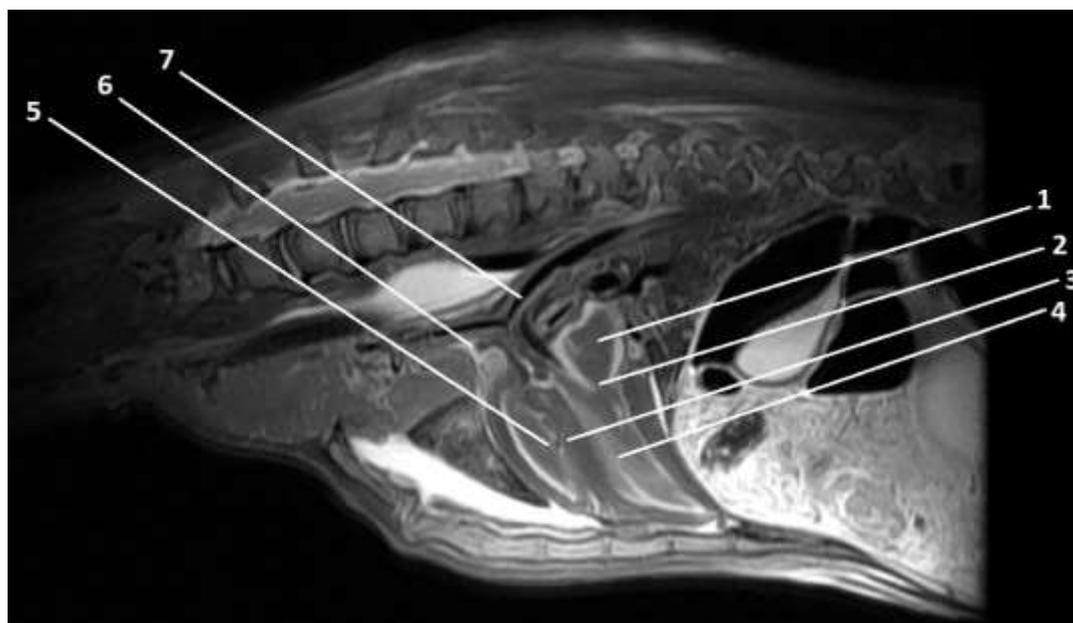


Рисунок 22 – Сердце козы англо-нубийской породы при сканировании с помощью аппарата МРТ. Возраст 14 дней:
 1 – левое предсердие; 2 – митральный клапан; 3 – межжелудочковая перегородка; 4 – левый желудочек; 5 – правый желудочек; 6 – легочной ствол; 7 – дуга аорты.

раза. Длина гребешковых мышц правого предсердия, в свою очередь, увеличиваются в 2,17 и 1,07 раза соответственно. Исходя из вышеперечисленного, можно сделать вывод, что с 10–14 дней до шести – семи месяцев у коз англо-нубийской наблюдается активный рост предсердий и их гребешковых мышц, а после шести – семи месяцев их рост резко снижается.

Правый и левый желудочки, которые отделены от предсердий венечной бороздой, 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 (рисунок 24,25,26). 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 мономорфными адипоцитами (рисунок 28,29). Группы адипоцитов выявляются и в более тонких соединительнотканых прослойках. 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 удлиненную форму.

Ядра клеток овальные, нормохромные. Толщина клеток варьируется в пределах 18,00–27,00 мкм и составила в среднем $21,10 \pm 3,30$ мкм. Площадь сократительных кардиомиоцитов на поперечном срезе составляет в среднем $248,90 \pm 21,60$ мкм². Средние значения большого диаметра ядра составляет

12,70±1,10 мкм, малого 5,30±1,00 мкм. Площадь ядер варьировала в пределах 44,00–50,00 мкм² и составляет в среднем 46,20±5,90 мкм². Площадь волокон Пуркинье и отдельных клеток на поперечных срезах варьируется в пределах 10000,00–40000,00 мкм² (в среднем 24347,50±3921,80 мкм²) и 1000,00–1600,00 мкм² (в среднем 1320,30±151,80 мкм²) соответственно (рисунок 27,30). Средний диаметр ядра клеток Пуркинье в данном отделе составляет 10,90±1,00 мкм, площадь ядер – 62,10±4,50 мкм². Толщина эндокарда в данном отделе варьируется в пределах 100,00–200,00 мкм и составляет в среднем 124,50±17,30 мкм. Ядра эндотелиальных клеток преимущественно овальной и удлиненной формы. Большой и малый диаметр ядра эндотелиоцитов составляет в среднем 8,90±1,10 и 3,10±0,90 мкм (рисунок 31).

Полость каждого желудочка состоит из трех стенок, первой из которых и является межжелудочковая перегородка, и носит название медиальной стенки желудочка, оставшиеся две подразделяются на краниальную и каудальную стенки. Анализируя исходные данные таблицы 3, мы установили, что толщина стенки правого желудочка у коз англо-нубийской породы с периода новорожденности до шести – семи месяцев увеличивается в 1,34 раза, а у годовалых коз с шести – семи месяцев – в 1,12 раза. Толщина стенки левого желудочка, в свою очередь, увеличивается в 2,21 раза и 1,27 раза соответственно. Из этого следует, что стенки правого и левого желудочка у изучаемых нами возрастных групп коз англо-нубийской породы имеют преимущественный рост с двухнедельного возраста до шести – семи месяцев.

Краниальная стенка правого желудочка у коз англо-нубийской породы условно располагается от паракопальной борозды до области прохождения большой сосочковой мышцы правого желудочка. Каудальная стенка правого желудочка условно располагается от большой сосочковой мышцы до субсинусозной борозды.

Внутренняя поверхность правого желудочка у коз англо-нубийской породы имеет характерный рельеф, схожий с гребешковыми мышцами в предсердиях, и представлен мышечными перекладинами и перемышками (*trabeculae carnea*).

Также внутренняя поверхность правого желудочка включает в себя анатомические структуры трикуспидального клапана, такие как створки и сухожильные струны данного клапана, а также сосочковые мышцы. Помимо вышеперечисленного к внутренней поверхности правого желудочка коз англо-нубийской породы относится правая септомаргинальная трабекула, а также артериальный конус.

Трикуспидальный, трехстворчатый или иначе атриовентрикулярный клапан правого желудочка (*valve atrioventricularis dextra; valve tricuspidalis*) у коз англо-нубийской породы располагается краниокаудально в области атриовентрикулярного отверстия (*osium atrioventriculare dextrum*) между предсердием и желудочком в правой половине сердца. Данное отверстие вытянуто в длину и окружено фиброзным кольцом. В новорожденный период у коз англо-нубийской породы средний диаметр правого атриовентрикулярного отверстия составляет $10,44 \pm 1,01$ мм, в период половозрелости – $15,09 \pm 1,61$ мм, а у годовалых – $16,98 \pm 1,80$ мм (рисунок 14).

Трикуспидальный клапан у козы англо-нубийской породы в своем составе имеет три створки: угловую, пристеночную и перегородковую (*cuspis angulraia, cuspis parietalis et cuspis septalis*). Первая из них у всех исследуемых особей разных возрастов располагается между краниальной и медиальной стенками правого желудочка, пристеночная створка примыкает к каудальной стенке, а перегородковая на медиальной стенке и является самой развитой из всех. У половозрелых козлят по сравнению с новорожденными по данным таблицы 4 длина всех створок в среднем увеличивается в 1,60 раза, ширина в 1,77 раза, а толщина – в 1,75 раза. У годовалых коз англо-нубийской породы по сравнению с шести – и семимесячными длина всех створок увеличивается в среднем в 1,08 раза, ширина – в 1,17 раза, а толщина – в 1,07 раза. Таким образом, основные темпы роста створок трикуспидального клапана у козы англо-нубийской породы происходит до момента половозрелости особей.

Створки трехстворчатого клапана сформированы фиброзными пластинками из плотной волокнистой соединительной ткани. Предсердная сторона имеет

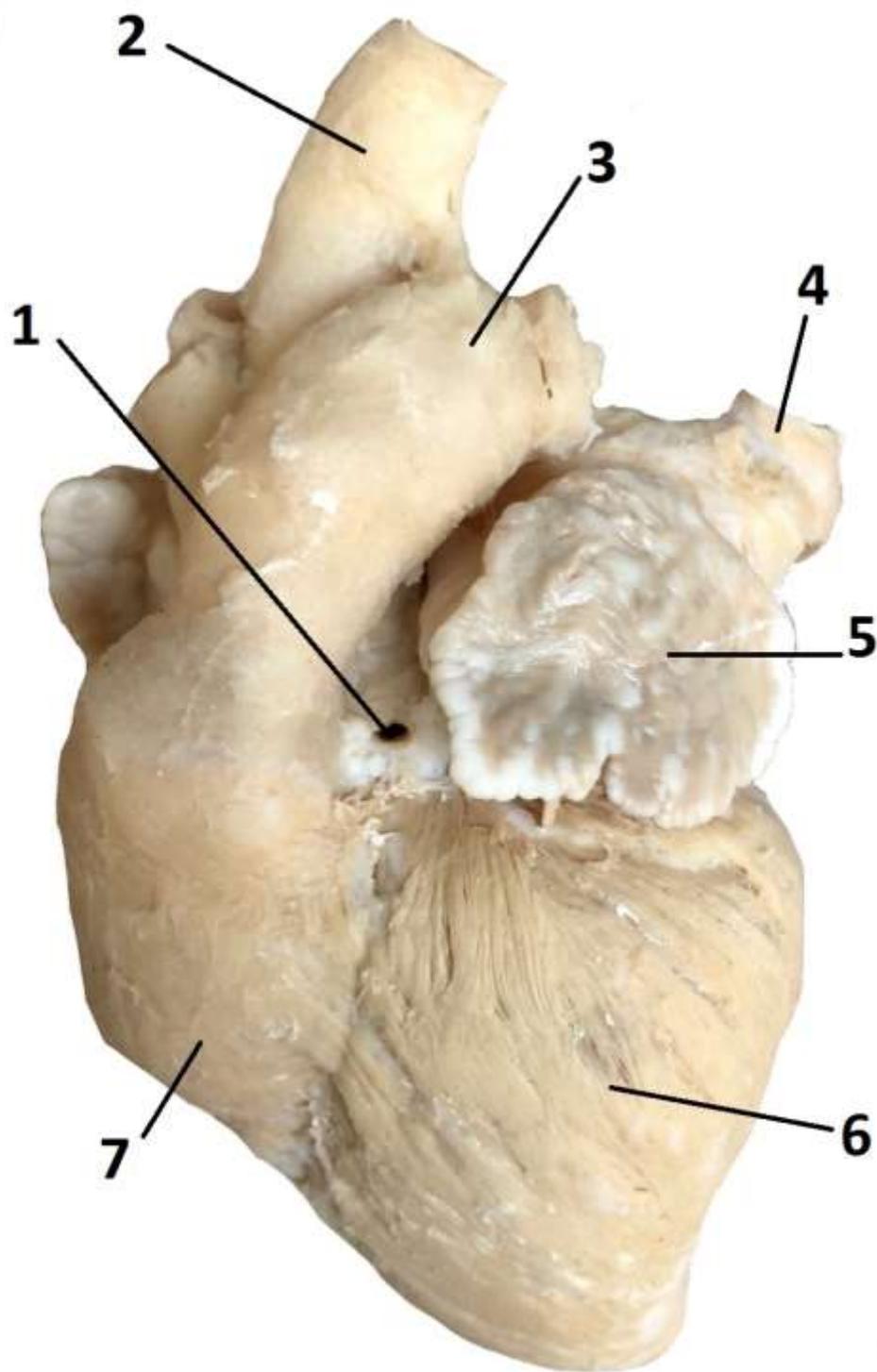


Рисунок 23 – Пластинат сердца козы англо-нубийской породы.

Возраст 12 месяцев:

1 – устье левой коронарной артерии; 2 – дуга аорта; 3 – легочной ствол; 4 – легочная вена;
5 – левое сердечное ушко; 6 – левый желудочек; 7 – правый желудочек;

Таблица 3 – Толщина желудочков козы англо-нубийской породы, мм

Линейные параметры предсердий и их гребешковых мышц	Возрастная группа животных		
	Новорожденные (10–14 дней)	Половозрелые (шести – семи месяцев)	Годовалые (12 месяцев)
Толщина правого желудочка	2,56±0,03	3,45±0,04*	3,89±0,04**
Толщина левого желудочка	3,42±0,04	7,58±0,08*	9,66±0,11**

* p <0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

** p <0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

Таблица 4 – Морфометрия створок трикуспидального клапана козы англо-нубийской породы в возрастном аспекте, мм

Створки трикуспидальног о клапана	Возрастная группа животных								
	Новорожденные (10–14 дней)			Половозрелые (шести – семи месяцев)			Годовалые (12 месяцев)		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Угловая створка	7,88± 0,81	7,29± 0,73	0,12± 0,01	12,13± 1,22*	13,98± 1,40*	0,21±0,01 *	13,87± 1,42**	16,54± 1,59**	0,23± 0,02**
Пристеночная створка	7,97± 0,78	6,27± 0,61	0,12± 0,01	12,01± 1,19*	8,05± 0,80*	0,22±0,02 *	12,73± 1,31**	8,57± 0,86**	0,23± 0,02**
Перегородочная створка	11,05± 1,09	6,01± 0,62	0,13± 0,01	19,54± 2,01*	12,75± 0,01*	0,22± 0,01*	20,54± 2,01**	16,24± 2,12**	0,24± 0,02**

a – средняя длина; b – средняя ширина; c – средняя толщина.

* p <0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

**p<0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

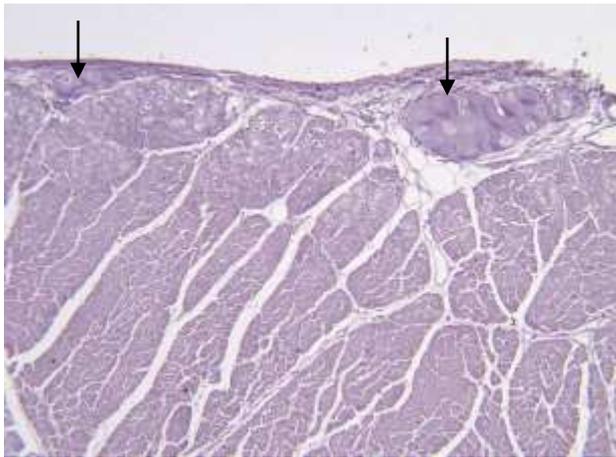


Рисунок 24 – Межжелудочковая перегородка. Клетки Пуркинье содержат умеренное количество гликогена. Окраска Шифф-йодной кислотой по Мак-Манусу. Ув. 100

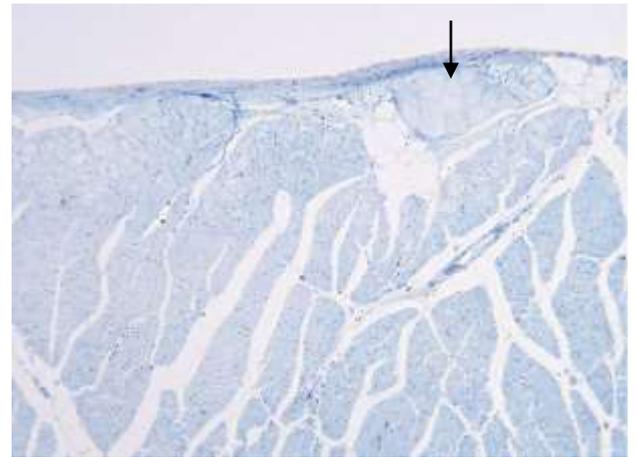


Рисунок 25 – Межжелудочковая перегородка. Субэндокардиально выявляются волокна Пуркинье (стрелка). Окраска толлуидиновым синим. Ув. 100

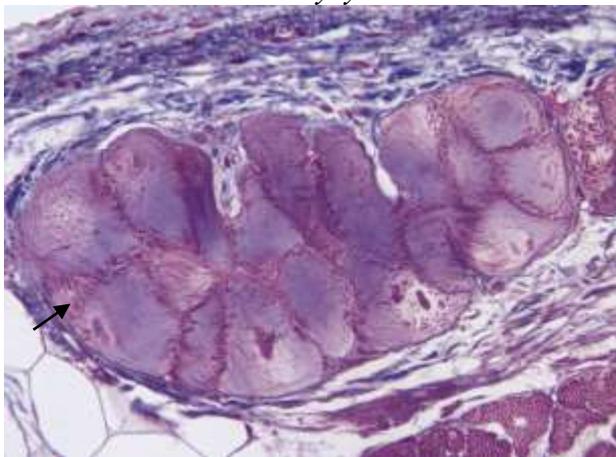


Рисунок 26 – Межжелудочковая перегородка. В клетках Пуркинье визуализируются локализованные по периферии миофибриллы (стрелка). Окраска трихромом по Массону. Ув. 400

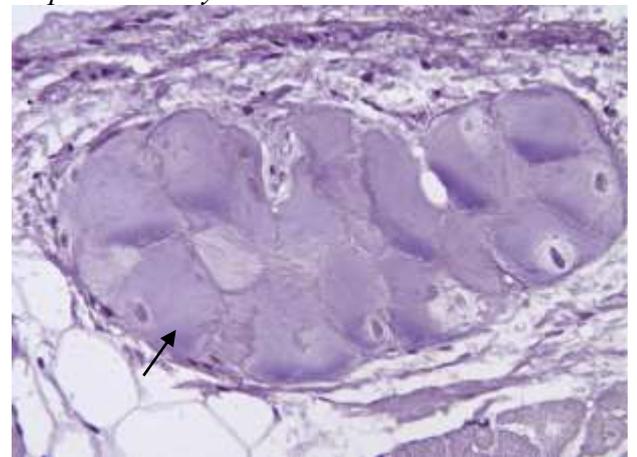


Рисунок 27 – Межжелудочковая перегородка. Накопление гликогена в клетках Пуркинье (стрелка). Окраска Шифф-йодной кислотой по Мак-Манусу. Ув. 400



Рисунок 28 – Межжелудочковая перегородка. Субэндокардиально выявляются волокна Пуркинье (стрелка). Обозначения: эндокард (1), миокард (2). Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 100

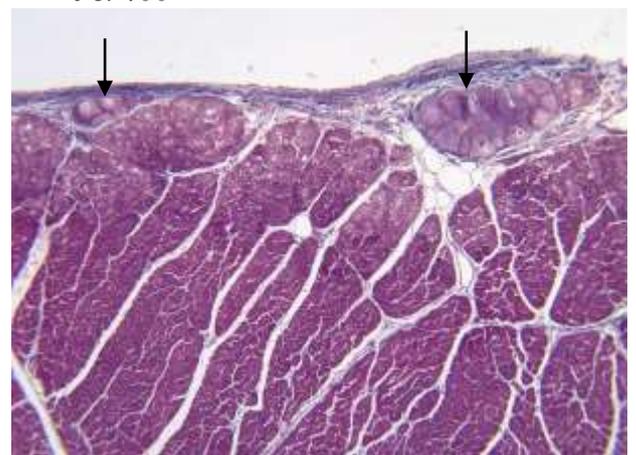


Рисунок 29 – Межжелудочковая перегородка. Коллагеновые волокна окрашены в синий цвет. Волокна Пуркинье отмечены стрелкой. Окраска трихромом по Массону. Ув. 100

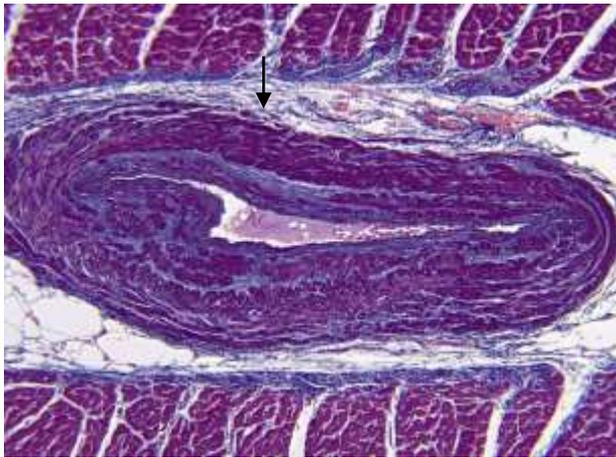


Рисунок 30 – Межжелудочковая перегородка. Крупный кровеносный сосуд мышечного типа в толще миокарда (стрелка). Окраска трихромом по Массону. Ув. 100

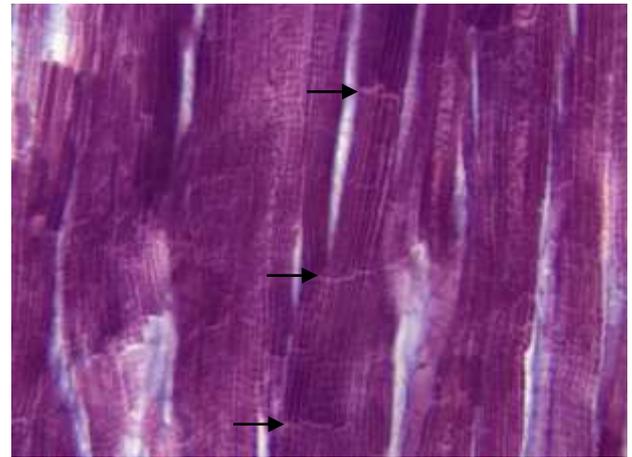


Рисунок 31 – Межжелудочковая перегородка. Видны вставочные диски и щелевые соединения кардиомиоцитов (стрелки). Окраска трихромом по Массону. Ув. 100

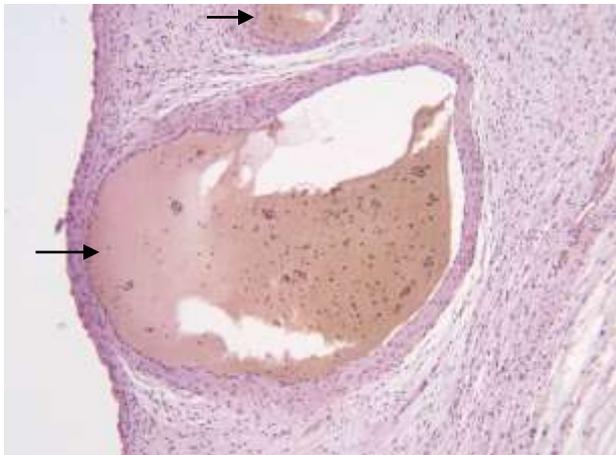


Рисунок 32 – Трехстворчатый клапан. В спонгиозном слое, ближе к предсердной стороне клапана визуализируются крупные кровеносные сосуды (стрелка). Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 100

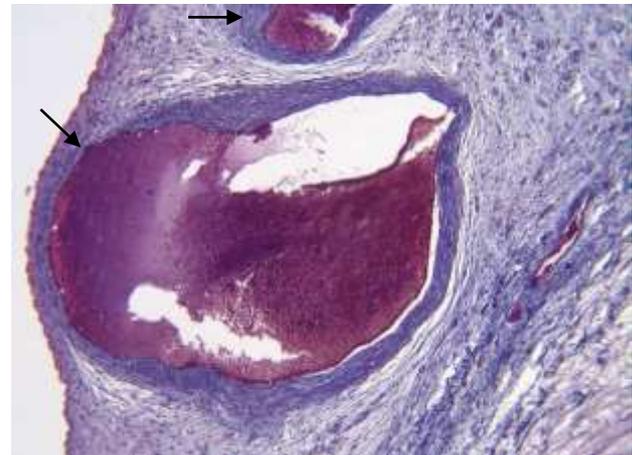


Рисунок 33 – Трехстворчатый клапан. В спонгиозном слое, ближе к предсердной стороне клапана визуализируются крупные кровеносные сосуды (безмышечного типа). Окраска гематоксилином и эозином.. Ув. 100.

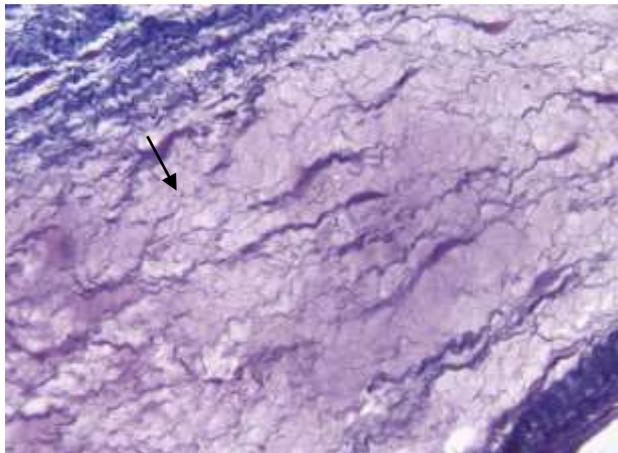


Рисунок 34 – Трехстворчатый клапан. В спонгиозном слое отмечается накопление гликозаминогликанов в межклеточном матриксе (стрелка). Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 100

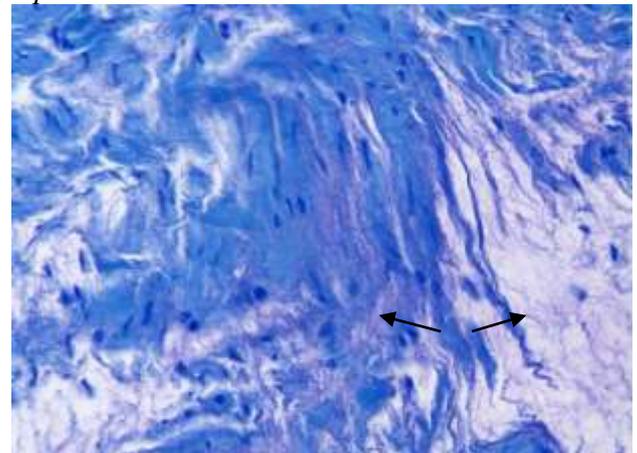


Рисунок 35 – Трехстворчатый клапан. Накопление в спонгиозном слое гликозаминогликанов с харак–м метахроматическим окраш–м (стрелка). Окраска толлуидиновым синим. Ув. 100

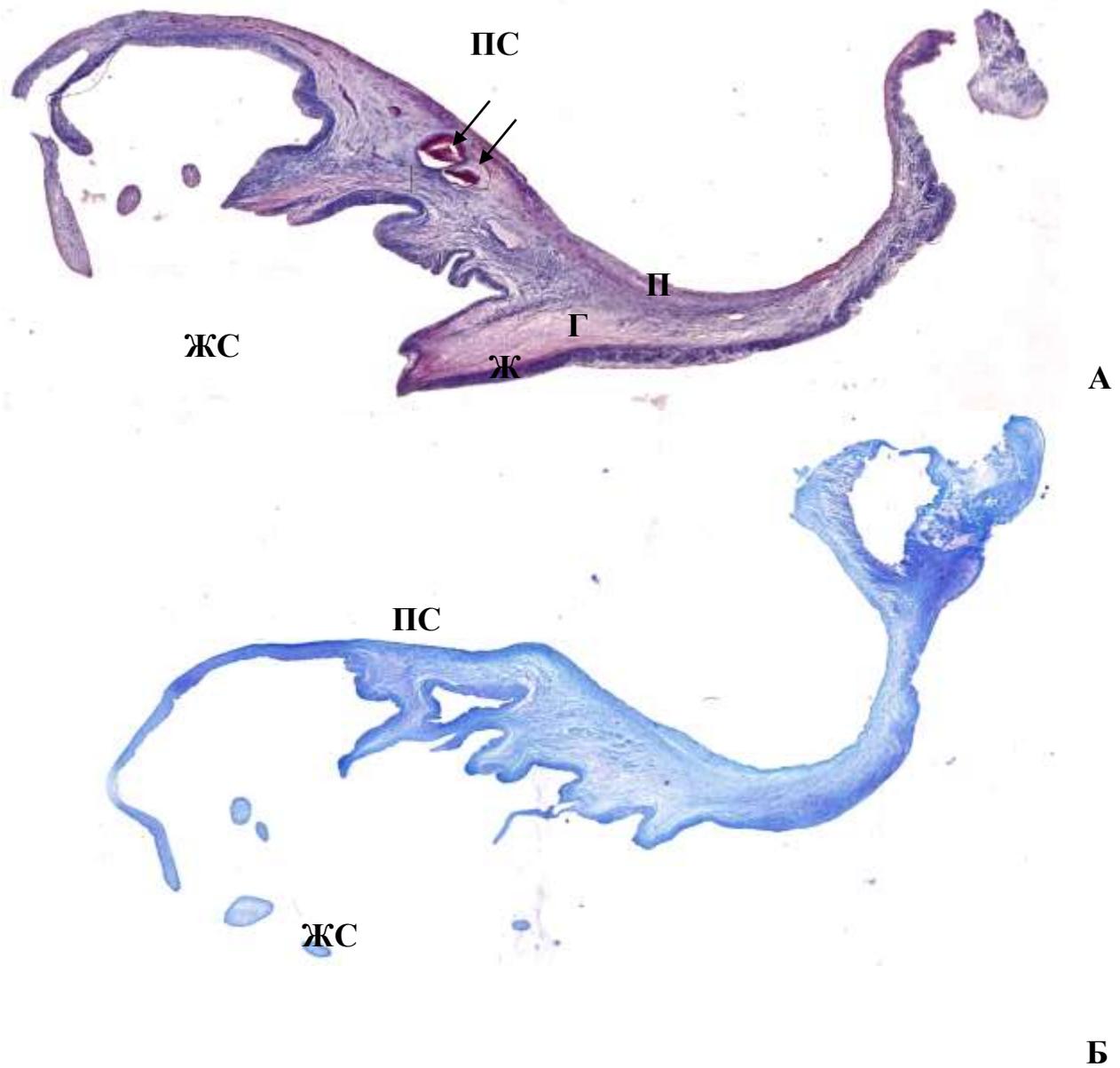


Рисунок 36 – Трехстворчатый клапан, окрашенный трихромом по Массону (А) и толлуидиновым синим (Б).

Обозначения: ПС – предсердная сторона; ЖС – желудочковая сторона; П – предсердный слой; Г – губчатый (спонгиозный) слой; Ж – желудочковый слой. Стрелками обозначены кровеносные сосуды/

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 метахроматическое окрашивание (рисунок 32,33). Примечательно, что в составе спонгиозного слоя выявляются, как мелкие, так и очень крупные расширенные кровеносные сосуды смешанного и безмышечного типов.

При проведении морфометрических измерений было 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 (рисунок 36). Ядра клеток овальной, удлинённой, реже округлой формы. Большой и малый диаметр ядра эндотелиоцитов составляет в среднем $9,50 \pm 0,80$ мкм и $4,70 \pm 0,40$ мкм. Толщина субэндотелиального слоя в предсердной и желудочковой поверхности составляет в среднем $15,50 \pm 2,30$ мкм и $16,90 \pm 1,80$ мкм соответственно. К свободному краю каждой из вышеописанных створок прикрепляются несколько сухожильных струн, которые в свою очередь крепятся к сосочковым мышцам (рисунок 34,35). В состав трикуспидального клапана входят подартериальная, малая и большая сосочковые мышцы (*musculus papillaris subarteriosus*, *musculi papillares parvi*, *musculus papillaris magnus*).

Подартериальная сосочковая мышца у коз англо-нубийской породы располагается под стволом легочных артерий и в некоторых источниках называется краниальной перегородковой сосочковой мышцей. От нее отходят от пяти до пятнадцати сухожильных струн (*chordae tendineae*), которые в свою очередь направляются к угловой и перегородковой створкам.

Малая сосочковая мышца у коз англо-нубийской пород располагается каудальнее первой, поэтому в некоторых литературных источниках именуется,

Таблица 5 – Морфометрия сосочковых мышц трикуспидального клапана козы англо-нубийской породы в возрастном аспекте, мм

Сосочковые мышцы трикуспидального клапана	Возрастная группа животных		
	Новорожденные (10–14 дней)	Половозрелые (шести – семи месяцев)	Годовалые (12 месяцев)
	Средняя длина	Средняя длина	Средняя длина
Подартериальная сосочковая мышца	4,98±0,50	6,57±0,68*	7,34±0,75**
Малая сосочковая мышца	5,67±0,55	6,39±0,62*	7,48±0,77**
Большая сосочковая мышца	7,13±0,72	15,52±1,49*	16,01±1,60**

* p <0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

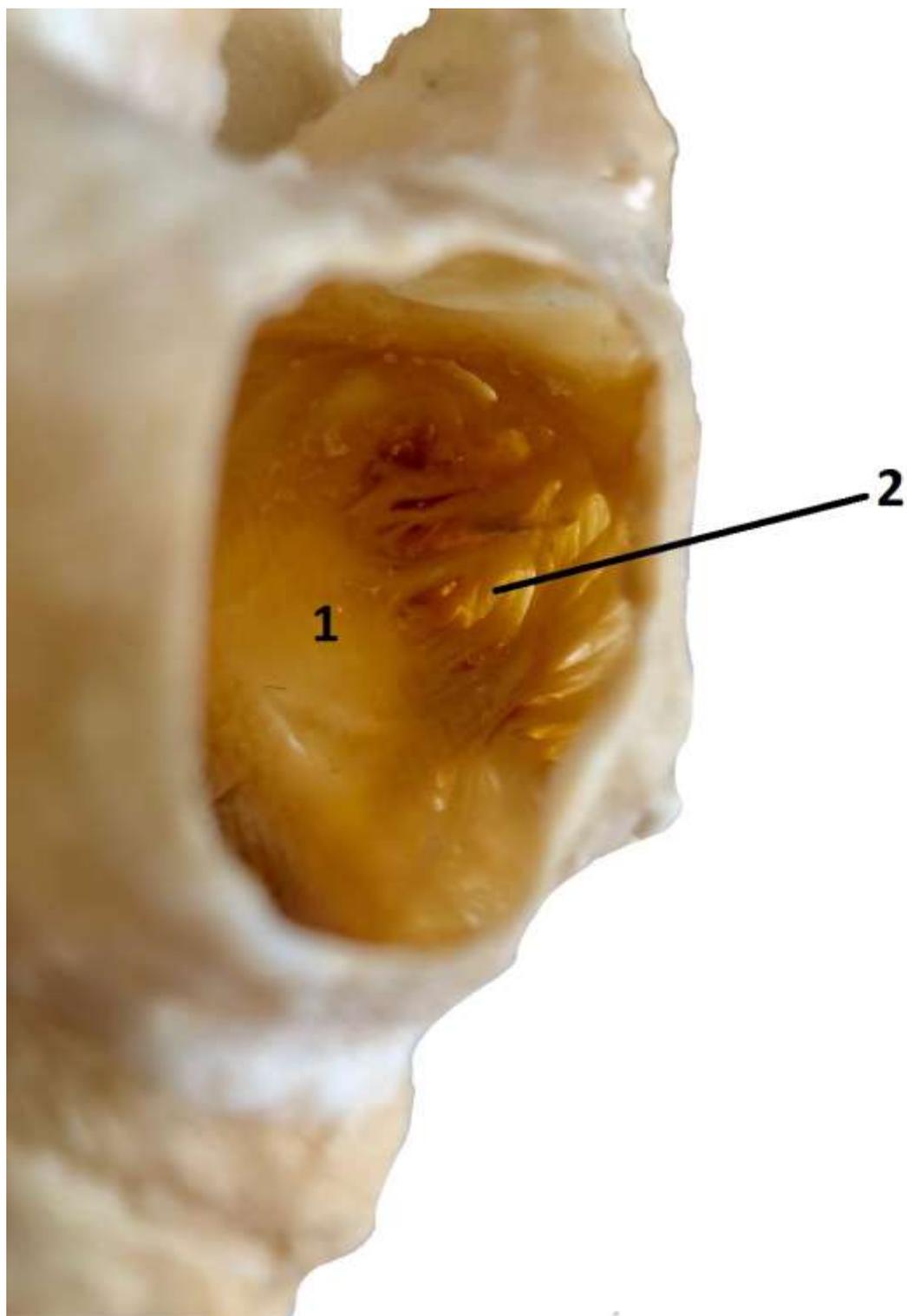
** p <0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

Таблица 6 – Морфометрия сухожильных струн трикуспидального клапана козы англо-нубийской породы в возрастном аспекте, мм

Сухожильные струны трикуспидального клапана	Возрастная группа животных		
	Новорожденные (10–14 дней)	Половозрелые (шести – семи месяцев)	Годовалые (12 месяцев)
	Средняя длина	Средняя длина	Средняя длина
Сухожильные струны подартериальной сосочковой мышцы	4,44±0,45	6,93±0,70*	7,52±0,76**
Сухожильные струны малой сосочковой мышцы	6,34±0,62	8,61±0,85*	8,97±0,90**
Сухожильные струны большой сосочковой мышцы	7,72±0,78	9,31±0,92*	9,88±0,98**

* p <0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

** p <0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.



***Рисунок 37 – Полость правого предсердия козы англо-нубийской породы.
Возраст 12 месяцев:***

1 – полость правого предсердия; 2 – гребешковые мышцы.

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 мышца. От нее к угловой и пристеночной створкам отходит от пяти до шестнадцати сухожильных струн. По морфометрическим данным таблиц 5 и 6 можно сделать следующие заключения: средняя длина подартериальной сосочковой мышцы в период с двухнедельного возраста до шести – семи месяцев возрастает в 1,32 раза, а длина ее сухожильных струн в 1,56 раза. У годовалых по сравнению со второй возрастной группой длина подартериальной мышцы увеличивается в 1,12 раза, а длина ее сухожильных струн в 1,08 раза. Длина малой сосочковой мышцы в первый период увеличивается в 1,12 раза, а во второй период в 1,17 раза. Длина ее сухожильных струн увеличивается в 1,35 раза и 1,04 раза соответственно. У половозрелых особей по сравнению с новорожденными длина большой сосочковой мышцы увеличивается в 2,17 раза, а длина ее сухожильных струн в 1,20 раза. У годовалых коз эти показатели равняются 1,03 и 1,06 раза. Исходя из проделанного анализа, видно, что 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. Также в состав трикуспидального клапана сердца козы англо-нубийской породы входят дополнительные створки и дополнительные париетальные сосочковые мышцы.

Поперечная мышца правого желудочка, которая также носит название правая септомаргинальная трабекула (*trabecula septomarginalis dextra*), 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 (рабочими) кардиомиоцитами, формирующими длинные тяжи (рисунок 42,43,44).

Толщина мышца на разных участках варьируется от 3,20 до 3,78 мм. Сократительные кардиомиоциты в данном отделе удлиненной формы, толщина клеток варьируется в пределах 14,00–16,00 мкм и составляет в среднем $14,70 \pm 1,80$ мкм. Площадь клеток на поперечном срезе составляет в среднем $184,20 \pm 22,10$ мкм². В цитоплазме большей части кардиомиоцитов определялись элементы сократительного аппарата. Ядра клеток овальной, немного удлиненной формы, нормохромные, с равномерным распределением мелкоглыбчатого хроматина (рисунок 38,39). В части клеток ядра вытянутые, уплощенной формы, умеренно гиперхромные. Средние значения для большого диаметра ядра составляет $12,70 \pm 1,30$ мкм, для малого $3,90 \pm 0,70$ мкм. Средняя площадь ядер сократительных кардиомиоцитов варьируется в пределах 59–68 мкм² и составляет в среднем $63,70 \pm 5,40$ мкм². 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 варьируется в широких пределах (30–80 мкм) и составляет в среднем $49,40 \pm 8,30$ мкм. Ядра эндотелиальных клеток преимущественно овальной и удлиненной формы. Большой и малый диаметр ядра эндотелиоцитов составляет в среднем $9,10 \pm 1,20$ и $3,30 \pm 0,50$ мкм. В толще эндокарда выявляются тонкие нервные стволы и кровеносные сосуды различного калибра. Субэндокардиально определяются структуры ножки пучка Гиса, содержащего компактные скопления клеток Пуркинье, располагающихся 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. Площадь волокон Пуркинье и отдельных клеток на поперечных срезах варьируется в пределах 3500,00–18000,00 мкм² (в среднем 9424,80±2340,20 мкм²) и 940,00–1600,00 мкм² (в среднем 1280,70±144,30 мкм²) соответственно. Средний диаметр ядра клеток Пуркинье в данном отделе составляет 10,40±0,80 мкм, площадь ядер – 74,20±4,40 мкм² (рисунок 52). Проведя анализ таблицы 8, мы сделали выводы, что 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 соответственно. Из этого мы можем сделать вывод, что наиболее интенсивный рост правой септомаргинальной трабекулы у коз англо-нубийской породы наблюдается до шести – семи месяцев. Помимо септомаргинальной трабекулы внутреннюю поверхность правого желудочка покрывают многочисленные мышечные перекладки и между ними перпендикулярно расположенные перемычки, которые в разной степени развиты на стенках желудочка. Исходя из данных таблицы 7, можно сделать вывод, что наиболее массивные мышечные перекладки в правом желудочке у коз англо-нубийской породы располагаются на медиальной стенке, а менее массивные на каудальной, но при этом на медиальной стенке наблюдается наименьшее количество мышечных перекладок в сравнении с краниальной и каудальной стенками. Также, проанализировав морфометрические данные таблицы 7, мы пришли к выводу, что наиболее высокий темп роста мышечных перекладок и перемычек правого желудочка сердца козы англо-нубийской породы происходит в период с 10–14-дневного возраста до шести – семи месяцев. Длина мышечных перекладок правого желудочка в среднем увеличивается в этот период в 2,11 раза, а их диаметр в 2,52 раза. У годовалых же особей эти показатели равняются 1,04 и 1,30 раза соответственно.

В области артериального конуса (*conus arteriosus*), который отделяется от полости правого желудочка наджелудочковым гребнем (*crista supraventricularis*), у

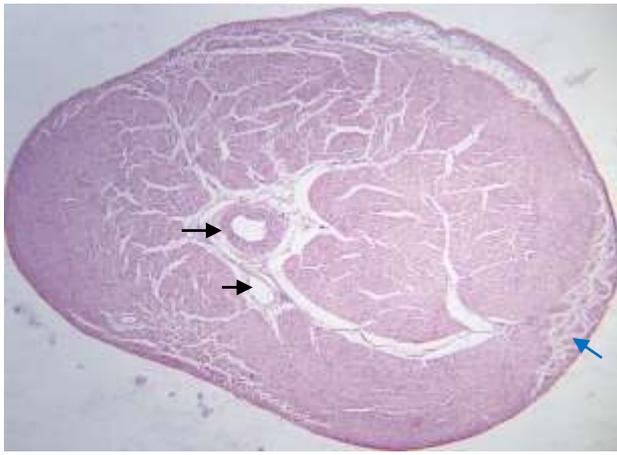


Рисунок 38 – Поперечная сердечная мышца правого желудочка. В толще миокарда определяются крупные кровеносные и лимфатические сосуды (черная стрелка). По периферии субэндокардиально выявляются волокна Пуркинье (синяя стрелка). Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 40

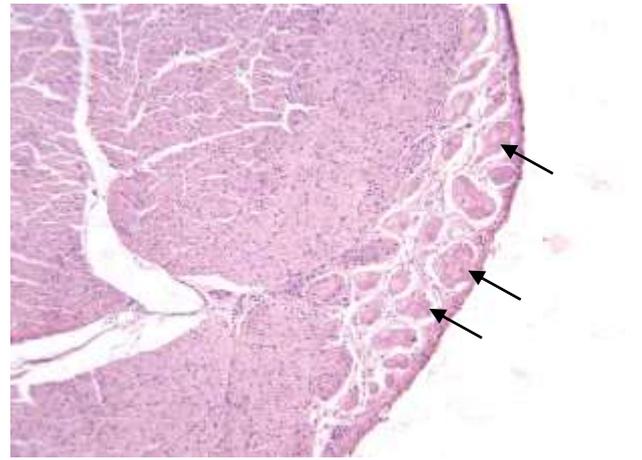


Рисунок 39 – Поперечная сердечная мышца правого желудочка. По периферии субэндокардиально выявляются волокна Пуркинье (стрелки). Обозначения: эндокард (1), миокард (2). Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 100

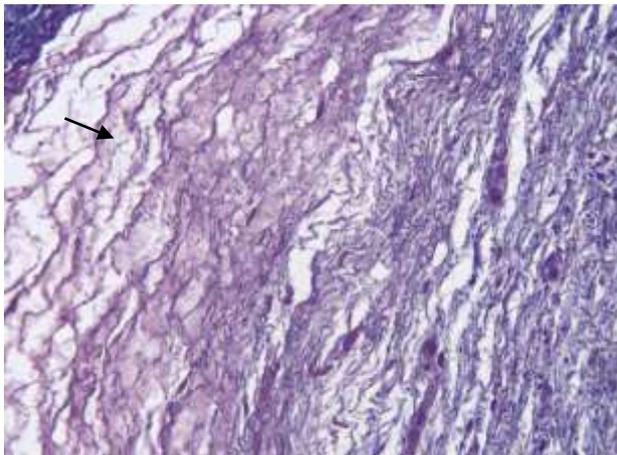


Рисунок 40 – Полулунный клапан, спонгиозный (зубчатый) слой. Отмечается накопление гликозаминогликанов в межклеточном матриксе (стрелка). Окраска трихромом по Массону. Ув. 400

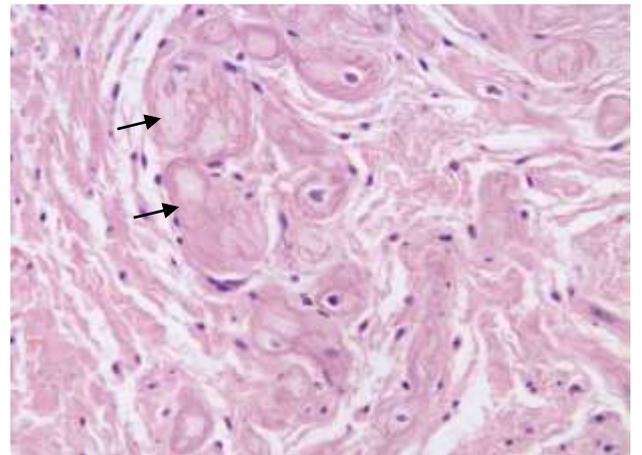


Рисунок 41 – Полулунный клапан. Миокард в основании клапана содержит клетки проводящей системы с характерной морфологией (стрелка). Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 400

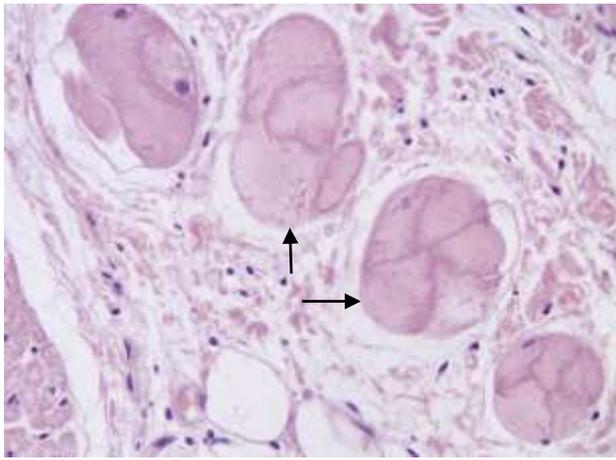


Рисунок 42 – Поперечная сердечная мышца правого желудочка. Видны волокна Пуркинье (стрелки), состоящие на данном участке из 3–5 клеток, значительно превышающих по размеру рабочие кардиомиоциты. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 400

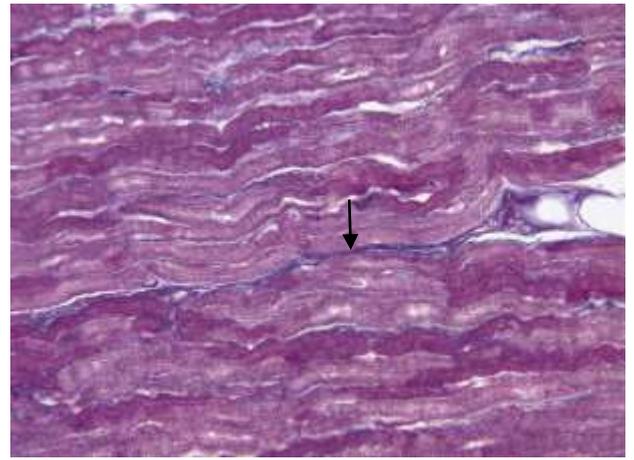


Рисунок 43– Поперечная сердечная мышца правого желудочка. Миокард. Кардиомиоциты разделены тонкими прослойками рыхлой соединительной ткани (стрелка). Окраска трихромом по Массону. Ув. 400

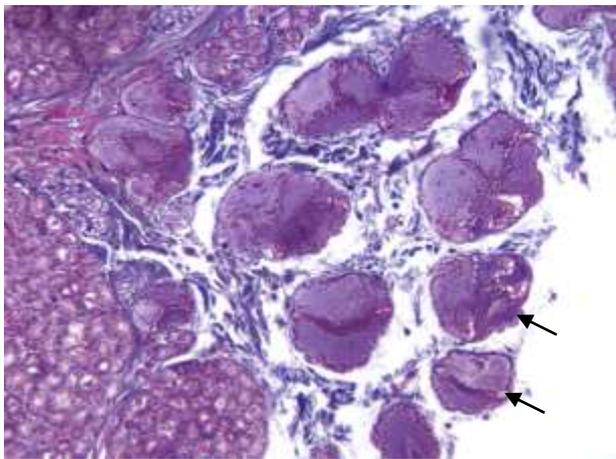


Рисунок 44 – Поперечная сердечная мышца правого желудочка. Видны волокна Пуркинье (стрелки), состоящие на данном участке из 3–5 клеток, значительно превышающих по размеру рабочие кардиомиоциты. Окраска трихромом по Массону. Ув. 400

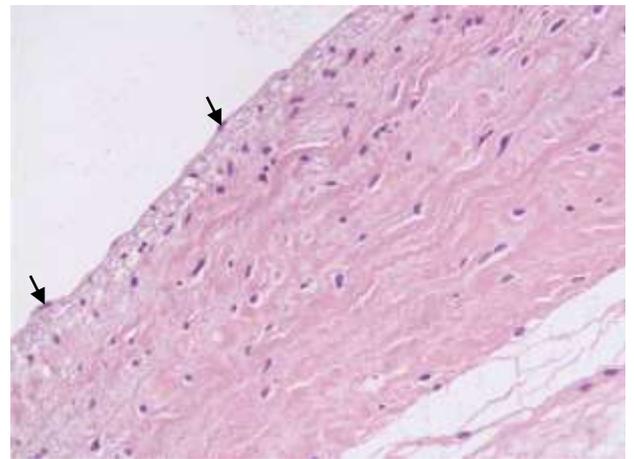


Рисунок 45 – Полулунный клапан, желудочковый (вентрикулярный) слой. Эндотелиальные клетки отмечены стрелками. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 400

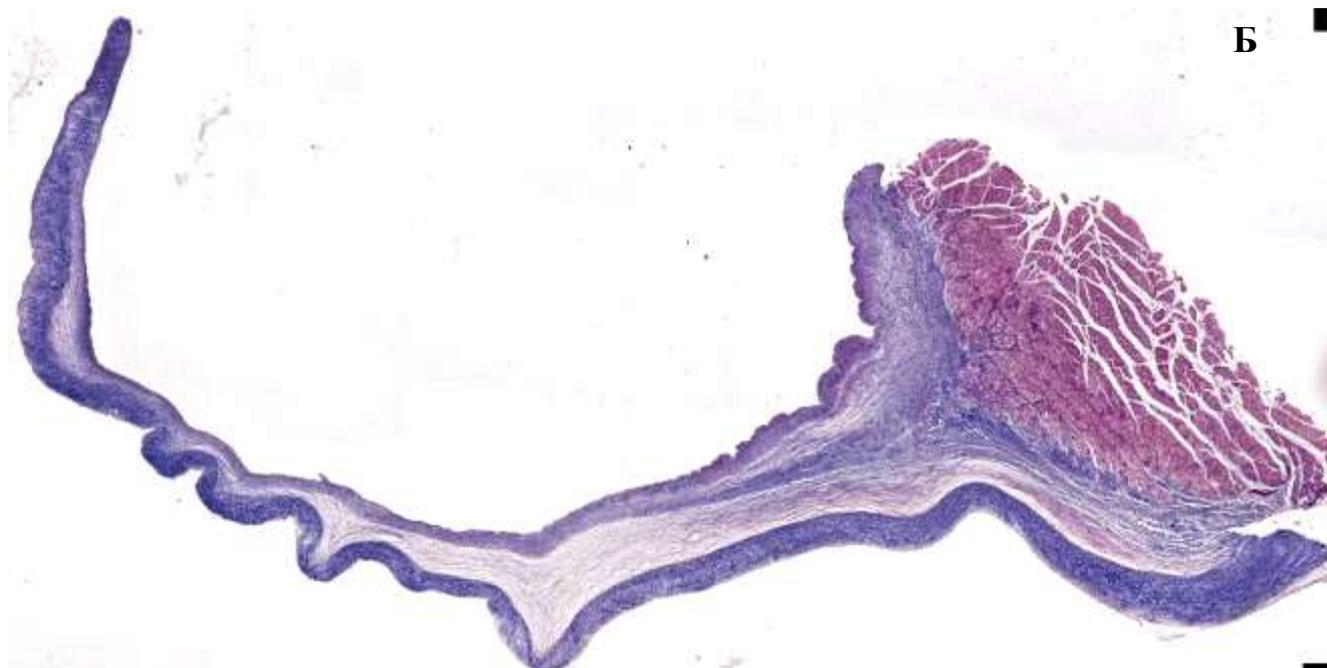
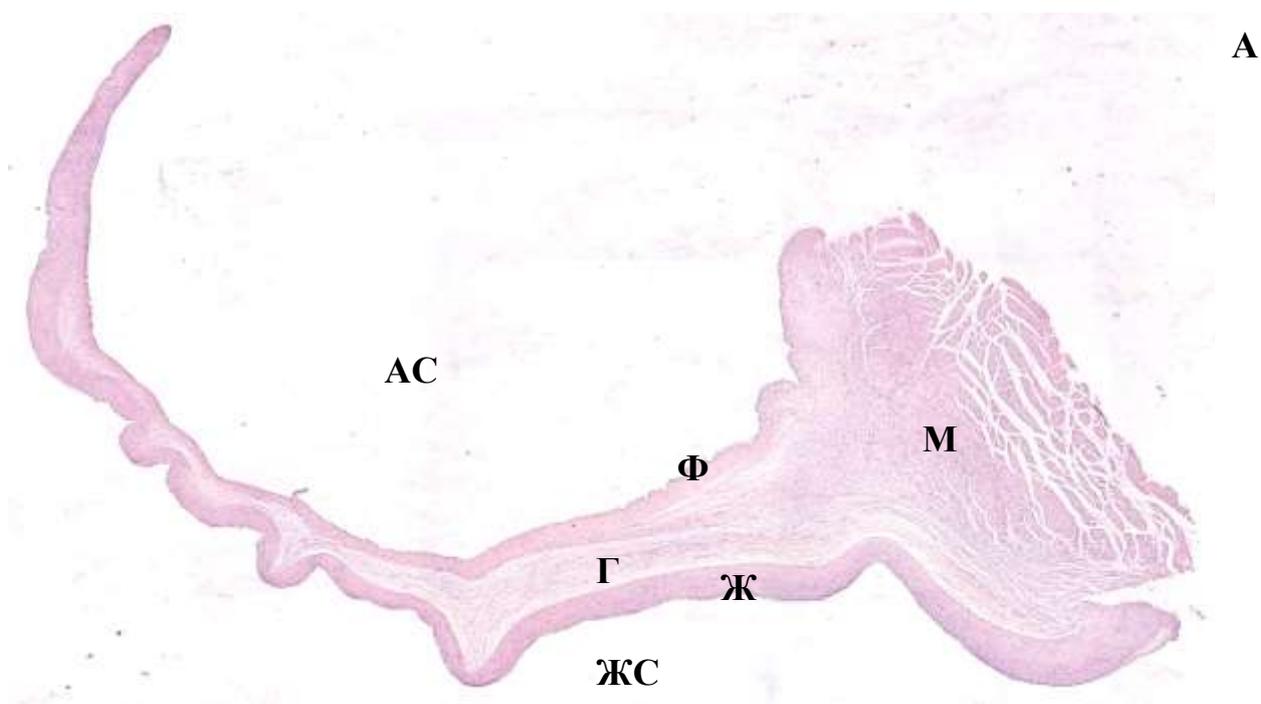


Рисунок 46 – Полулунный клапан, окрашенный гематоксилином и эозином (А) и трихромом по Массону (Б).

Обозначения: АС – аортальная сторона; ЖС – желудочковая сторона; Ф – фиброзный (аортальный) слой; Г – губчатый (спонгиозный) слой; Ж – желудочковый слой; М – миокард.

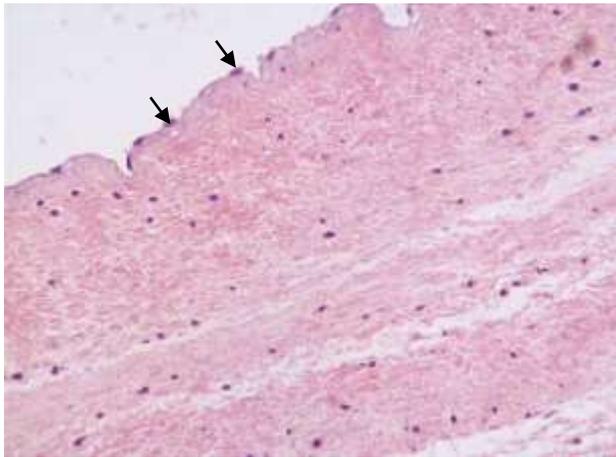


Рисунок 47 – Полулунный клапан, аортальный (фиброзный) слой. Эндотелиальные клетки отмечены стрелками. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 400

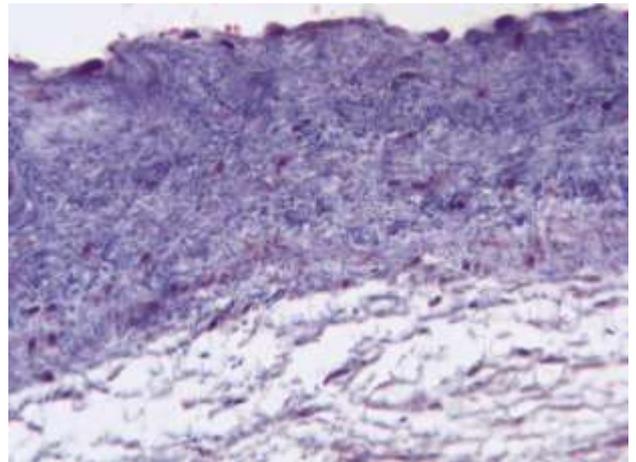


Рисунок 48 – Полулунный клапан, аортальный (фиброзный) слой. Коллагеновые волокна окрашены в синий цвет. Окраска трихромом по Массону. Ув. 400

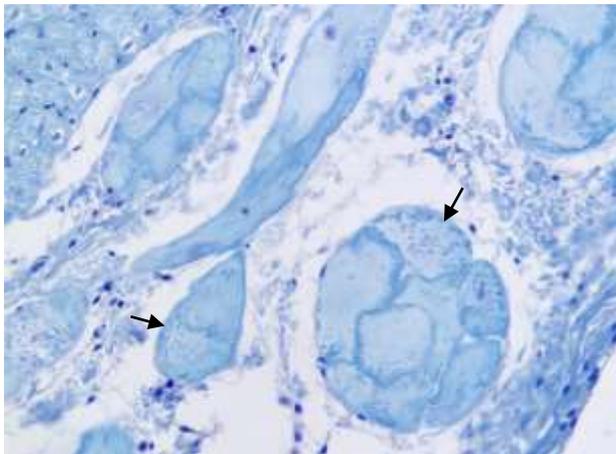


Рисунок 49 – Поперечная сердечная мышца правого желудочка. В клетках Пуркинье визуализируются локализованные по периферии миофибриллы (стрелка). Окраска толлуидиновым синим. Ув. 400

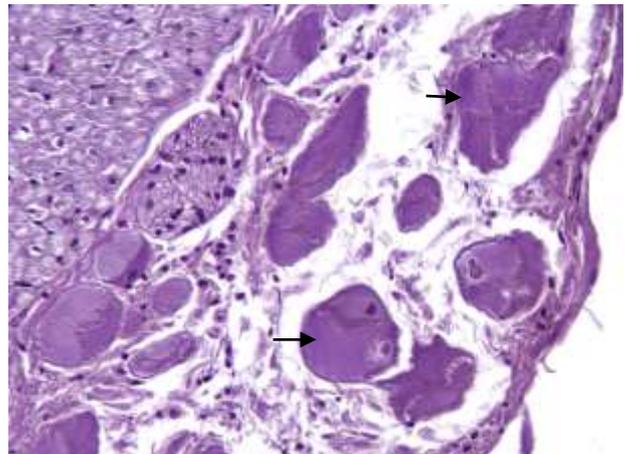


Рисунок 50 – Поперечная сердечная мышца правого желудочка. Накопление гликогена в клетках Пуркинье (стрелка). Окраска Шифф-йодной кислотой по Мак-Манусу. Ув. 400

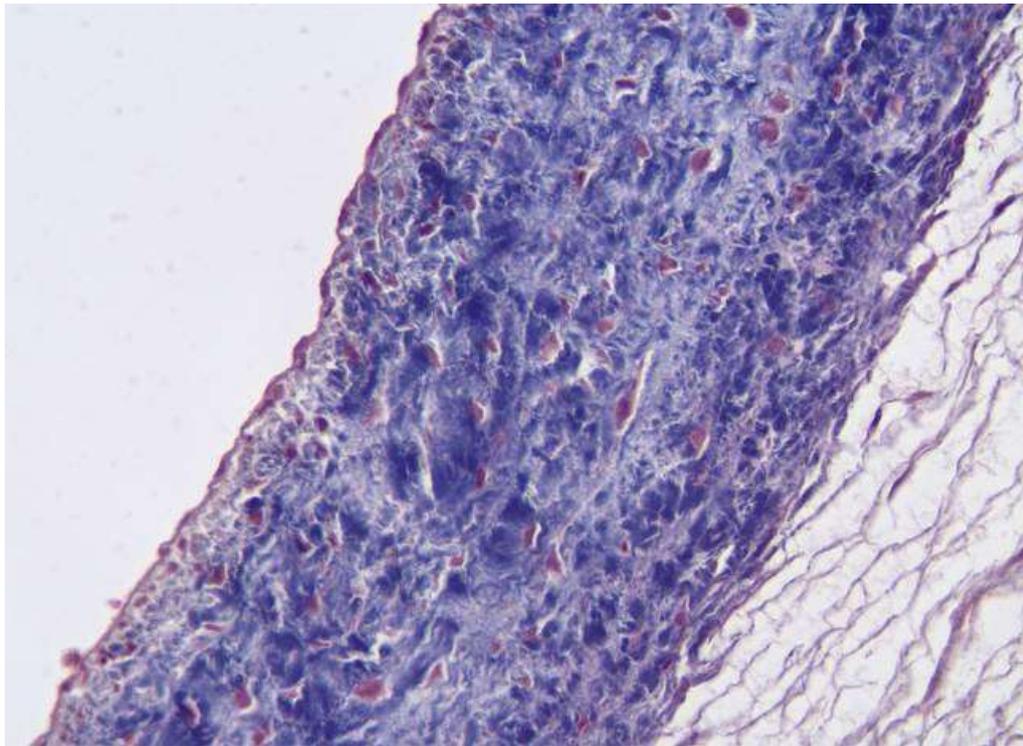


Рисунок 51 – Полулунный клапан, желудочковый (вентрикулярный) слой Коллагеновые волокна окрашены в синий цвет. Окраска трихромом по Массону. Ув. 400

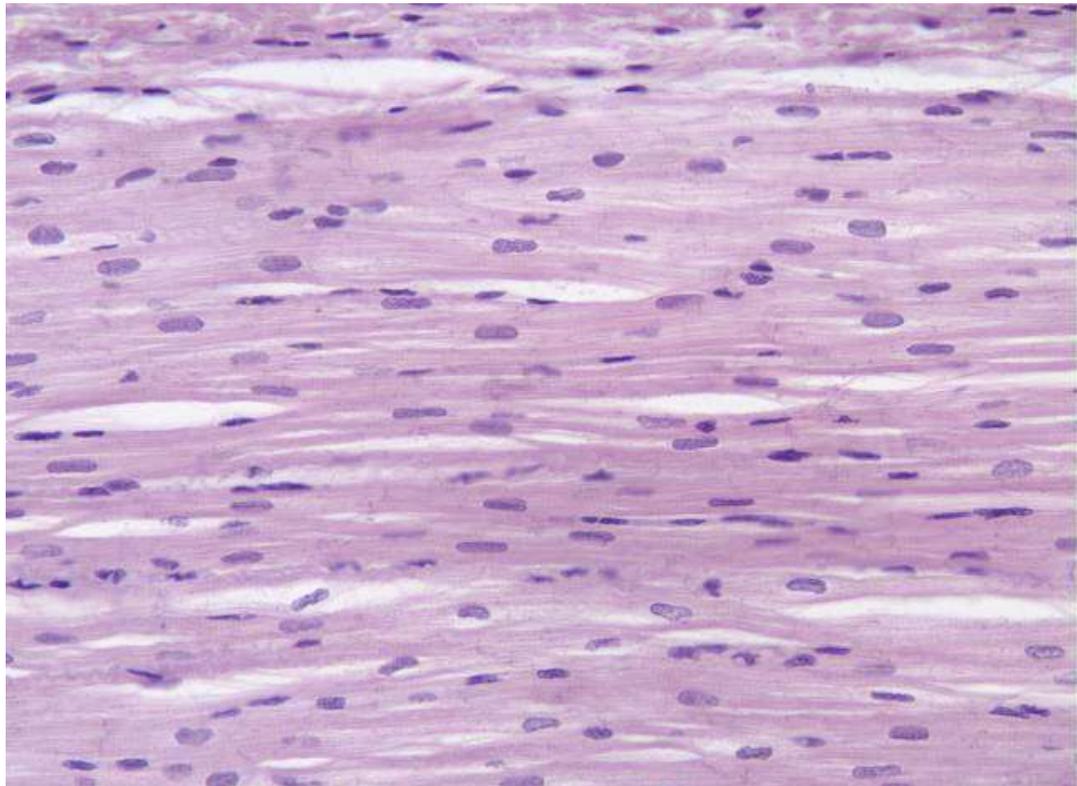


Рисунок 52 – Поперечная сердечная мышца правого желудочка Миокард. Рабочие (сократительные) кардиомиоциты. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 400

Таблица 7 – Морфометрические и количественные данные мышечных перекладин и перемычек правого желудочка сердца козы англо-нубийской породы в возрастном аспекте, мм

Мышечные перекладины и перемычки	Возрастная группа животных						Количество мышечных перекладин и перемычек
	Новорожденные (10–14 дней)		Половозрелые (шести – семи месяцев)		Годовалые (12 месяцев)		
	длина	ширина	длина	ширина	длина	ширина	
Мышечные перекладины краниальной стенки ПЖ	11,09±1,10	0,81±0,90	25,82±2,61	3,78±0,51	26,91±2,70*	4,79±0,68*	4–11
Мышечные перемычки краниальной стенки ПЖ	–	–	–	–	–	–	2–9
Мышечные перекладины каудальной стенки ПЖ	9,03±0,91	1,43±0,25	17,69±1,81	3,11±0,30	18,23±1,88*	4,15±0,30*	4–9
Мышечные перемычки каудальной стенки ПЖ	–	–	–	–	–	–	3–7
Мышечные перекладины медиальной стенки ПЖ	12,88±1,33	1,56±0,25	26,34±2,65	3,58±0,66	28,03±2,79*	4,78±0,71*	1–6
Мышечные перемычки медиальной стенки ПЖ	–	–	–	–	–	–	2–8

* p < 0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

** p < 0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

kozy англо-нубийской породы располагается отверстие легочного ствола (*ostium trunci pulmonalis*). В основании этого отверстия располагается полулунный клапан легочного ствола (*valve trunci pulmonalis*), представленный тремя створками: правой, левой и промежуточной (*valve semilunaris dextra, valve semilunaris sinistra et valve semilunaris intermedia*) которые прикрепляются к фиброному кольцу легочного ствола.

Диаметр отверстия легочного ствола у новорождённых козлят англо-нубийской породы составляет – $8,15 \pm 0,81$ мм, у половозрелых особей – $10,21 \pm 1,02$ мм, а у годовалых – $10,52 \pm 1,10$ мм. Наиболее развита у новорожденных особей коз англо-нубийской породы промежуточная створка. На свободных краях створок у 75,00% исследуемых животных ярко выражены Аранциевы узелки (*nodule valverum semilunarium*). Внутренняя поверхность левого желудочка у коз англо-нубийской породы также, как и правого, делится на краниальную, каудальную и медиальную стенки и несет на себе мышечные перекладки и перемычки, створки, сухожильные струны и сосочковые мышца митрального клапана, а также две поперечные сердечные мышцы

Митральный клапан козы, который также носит название двухстворчатый или левый атриовентрикулярный (*valve atrioventricularis sinistra; valve bicuspidalis; valve mitralis*), у козы англо-нубийской породы располагается в левой половине сердца между предсердием и желудочком в левом атриовентрикулярном отверстии (*ostium atrioventriculare sinistrum*) которое у изучаемых животных располагается на одном уровне с венечной бороздой (рисунок 54). У новорожденных коз англо-нубийской породы средний диаметр левого атриовентрикулярного отверстия составляет $10,05 \pm 0,11$ мм, у половозрелых – $15,12 \pm 0,13$ мм, а у годовалых – $15,71 \pm 0,16$ мм. Из этого можно сделать вывод, что в период половозрелости левое атриовентрикулярное отверстие у коз англо-нубийской породы в сравнении с периодом новорожденности возрастает в 1,50 раза, а у годовалых животных в сравнении с половозрелыми – в 1,04 раза.

В состав митрального клапана входят две створки, две сосочковые мышцы и их сухожильные струны. Створки изучаемого нами клапана у козы англо-

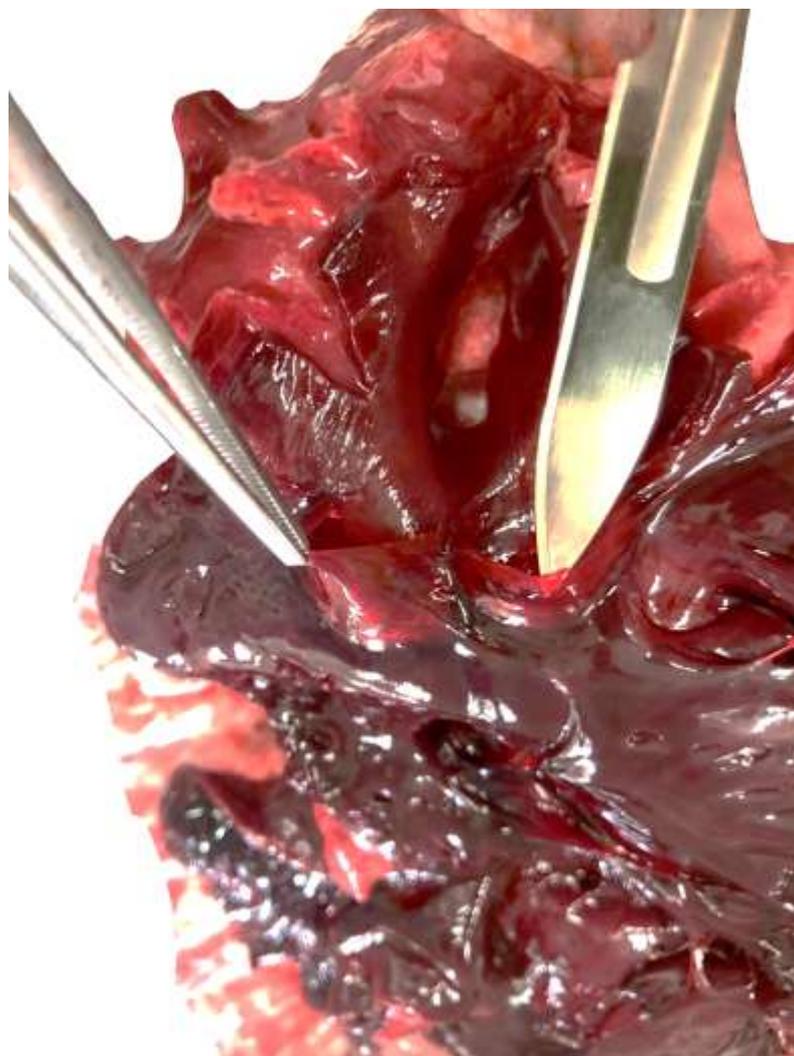
нубийской породы носят название, пристеночная и перегородковая (*cuspis septalis et cuspis parietalis*). Первая из них по отношению к клапану располагается каудально, на боковой стенке левого атриовентрикулярного отверстия желудочка, перегородковая же створка – каудально, на стенке межжелудочковой перегородки сердца. Морфометрические данные обеих представлены в таблице 9. Из нее следует, что средняя длина пристеночной створки митрального клапана у коз англо-нубийской породы с периода новорожденности до полового созревания увеличивается в 2,5 раза, а с полового созревания до года в 1,04 раза. У перегородковой створки эти показатели составляют 1,90 раза и 1,03 раза соответственно. Ширина пристеночной створки в первый период возрастает 1,30 раза, а второй – 1,10. У перегородковой створки имеют такие значения, как 3,10 раза и 1,04. Толщина же данных створок увеличивается в 1,90 и 1,13 раза, и 2,20 с 1,30 раза соответственно. Таким образом, мы определили, что основной рост створок митрального клапана происходит с 10–14 дней до половозрелости особей. От подушковой сосочковой мышц у изучаемых нами животных отходит от пяти до восьми сухожильных струн, а от подпредсердной сосочковой мышцы – от шести до десяти. Сухожильные струны обеих сосочковых мышц, в свою очередь, направляются к основаниям пристеночной и перегородковой створок, где и имеют точку закрепления.

По морфометрическим показателям таблиц 10 и 11 мы установили следующие возрастные закономерности темпа роста сосочковых мышц и их сухожильных струн у коз англо-нубийской породы: средняя длина подушковой сосочковой мышцы с периода новорожденности до полового созревания увеличивается в 2,15 раза, а подпредсердной – в 2,11 раза. С периода половозрелости до года первая из них увеличивается 1,05 раза, а вторая – 1,02. Сухожильные струны подушковой мышцы имеет более яркий темп роста и в период с 10–14 дней до шести – семи месяцев увеличиваются в 1,75 раза, а сухожильные струны подпредсердной сосочковой мышцы всего в 1,20 раза. В последующий период, данные показатели составляют 1,12 и 1,15 соответственно. Тем самым, можно сделать вывод, что темп роста сосочковых мышц левого

желудочка и их сухожильных струн после половозрелости исследуемых нами коз значительно снижается.

Поперечные мышцы левого желудочка у козы англо-нубийской породы имеют сухожильный тип строения и делятся на краниальную и каудальную (*trabeculae septomarginalis sinistrae caudale et craniale*). Краниальная септомаргинальная трабекула располагается между подпредсердной сосочковой мышцей и межжелудочковой перегородкой, а каудальная – между подушковой сосочковой мышцей и межжелудочковой перегородкой. У обеих трабекул наблюдается деление на ветви в месте их прикрепления.

Исходя из данных таблицы 12, мы определили темпы роста септомаргинальных трабекул левого желудочка у козы англо-нубийской породы.



*Рисунок 53 – Полулунный клапан аорты козы англо-нубийской породы.
Возраст 6 месяцев.*



Рисунок 54 – Митральный клапан козы англо-нубийский породы. Возраст 6 месяцев.

Таблица 8 – Морфометрия правой поперечной мышцы (септомаргинальной трабекулы) козы англо-нубийской породы в возрастном аспекте, мм

Показатели правой поперечной мышцы	Возрастная группа животных		
	Новорожденные (10–14 дней)	Половозрелые (шести – семи месяцев)	Годовалые (12 месяцев)
Средняя длина	9,09±0,88	15,11±1,39*	16,21±1,41**
Средний диаметр	1,98±0,30	2,63±0,53*	3,48±0,62**

* p < 0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

** p < 0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

Таблица 9– Морфометрические показатели створок митрального клапана козы англо-нубийской породы в возрастном аспекте, мм

Створки митрального клапана	Возрастная группа животных								
	Новорожденные (10–14 дней)			Половозрелые (шести – семи месяцев)			Годовалые (12 месяцев)		
	а	В	с	а	В	с	а	В	с
Пристеночная	6,15±0,61	6,87±0,72	0,12±0,0 1	15,34±1,63*	8,97±0,91*	0,23±0,02 *	15,97± 1,60**	9,78± 1,03**	0,26± 0,03**
Перегородочная	9,84±1,01	4,99±0,54	0,09±0,0 1	18,54±1,88*	15,50±1,61*	0,20±0,02 *	19,12± 1,93**	16,11± 1,58**	0,26± 0,03**

а – средняя длина; В – средняя ширина; с – средняя толщина.

* p < 0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

** p < 0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

Таблица 10 – Морфометрия сосочковых мышц митрального клапана козы англо-нубийской породы в возрастном аспекте, мм

Сосочковые мышцы митрального клапана	Возрастная группа животных		
	Новорожденные (10–14 дней)	Половозрелые (шести – семи месяцев)	Годовалые (12 месяцев)
	Средняя длина	Средняя длина	Средняя длина
Подушковая сосочковая мышца	18,48±1,84	39,75±3,87*	41,85±4,11**
Подпредсердная сосочковая мышца	17,32±1,71	36,54±3,64*	37,08±3,80**

* p <0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

** p <0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

Таблица 11 – Морфометрия сухожильных струн митрального клапана козы англо-нубийской породы в возрастном аспекте, мм

Сухожильные струны митрального клапана	Возрастная группа животных		
	Новорожденные (10–14 дней)	Половозрелые (шести – семи месяцев)	Годовалые (12 месяцев)
	Средняя длина	Средняя длина	Средняя длина
Сухожильные струны подушковой сосочковой мышцы	5,77±0,60	10,08±1,01*	11,24±1,20**
Сухожильные струны подпредсердной сосочковой мышцы	8,23±0,90	9,76±1,02*	11,21±1,02**

* p <0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

** p <0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

Средняя длина краниальной септомаргинальной трабекулы с периода новорожденности до стадии половозрелости увеличивается 1,95 раза, а ее средний диаметр 1,12 раза. У годовалых особей эти данные равняются 1,10 и 1,20 раза соответственно. Средняя длина каудальной септомаргинальной трабекулы с двухнедельного возраста до шести – семи месяцев у коз англо-нубийской породы увеличивается 2,15 раза, а ее диаметр 1,67 раза. У годовалых коз данные показатели равняются 1,10 и 1,21 раза соответственно. Таким образом, можно сделать вывод, что наибольшее развитие септомаргинальных трабекул левого желудочка у коз англо-нубийской породы происходит до момента половозрелости животных.

Внутреннюю поверхность левого желудочка козы англо-нубийской породы точно также покрывают многочисленные мышечные перекладки и перпендикулярно расположенные мышечные перемычки. В верхней части медиальной стенки левого желудочка мышечные перекладки и перемычки не наблюдаются, но в отличие от правого желудочка это не влияет на их количество.

По данным таблицы 13 видно, что длина мышечных перекладин в период с 10–14дневного возраста до периода половозрелости коз увеличивается в среднем в 1,58 раза, а их диаметр – в 1,70 раза. У годовалых коз англо-нубийской породы длина мышечных перекладин по сравнению с половозрелыми особями увеличивается в 1,10 раза, а их диаметр – в 1,25 раза. Отсюда следует, что наиболее интенсивный рост мышечных перекладин и перемычек левого желудочка происходит до шести – семи месяцев, а с шести – семи месяцев до года резко снижается.

Диаметр отверстия аорты (*ostium aortae*) в области ее аортального клапана (*valve aortae*) составляет у новорожденных коз англо-нубийской породы $7,89 \pm 0,78$ мм; у половозрелых коз – $9,69 \pm 1,02$ мм, а у годовалых особей – $10,12 \pm 1,01$ мм (рисунок 53). Клапан аорты представлен тремя полулунными створками: септальной, правой и левой (*valve semilunaris septalis*, *valve semilunaris dextra*, *valve semilunaris sinistra*) 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. На свободных краях по центру полулунных створок аортального клапана у 85,00% исследуемых особей располагаются ярко выраженные Аранциевы узелки.

Створки полулунного клапана имеют типичное гистологическое строение, и представлены аортальным (фиброзным), губчатым (спонгиозным) и желудочковым слоями. В основании створок клапана выявляются структуры фиброзного кольца и миокарда, содержащего группы кардиомиоцитов проводящей системы (рисунок 40,41,45). Аортальный (фиброзный) слой образован плотно расположенными переплетающимися между собой преимущественно продольно ориентированными коллагеновыми и эластическими волокнами. Толщина фиброзного слоя варьируется в пределах 150–200 мкм и составляла в среднем $162,80 \pm 26,60$ мкм.

Губчатый (спонгиозный) слой представлен преимущественно рыхлой малоклеточной соединительной тканью, содержащей обильные отложения внеклеточного матрикса, богатого гликозаминогликанами (рисунок 46,47,48). Толщина губчатого слоя варьируется от 200,00–400,00 мкм в основании до 50,00–90,00 мкм ближе к дистальной части. Желудочковый слой створки клапана также образован соединительной тканью, формировал множественные волнообразные складки, был сравнительно тоньше аортального. Толщина желудочкового слоя створки варьируется в пределах 90,00–140,00 мкм и составляла в среднем $125,10 \pm 14,40$ мкм. Поверхность створок клапана на всем протяжении покрыта одним слоем эндотелия, причем эндотелиоциты, покрывающие аортальный слой, характеризуются более крупными овальными и округлыми, часто близко расположенными, умеренно гиперхромными ядрами, тогда как ядра эндотелиоцитов, выстилающих желудочковую поверхность, были преимущественно уплощенные. Так, большой и малый диаметр ядра эндотелиоцитов желудочковой части створки клапана составляют в среднем $7,20 \pm 1,00$ мкм и $3,20 \pm 0,30$ мкм.

Таблица 12 – Морфометрия краниальной и каудальной септомаргинальных трабекул левого желудочка сердца козы англо-нубийской породы в возрастном аспекте, мм

Септомаргинальные трабекулы левого желудочка	Возрастная группа животных		
	Новорожденные (10–14 дней)	Половозрелые (шести – семи месяцев)	Годовалые (12 месяцев)
Средняя длина краниальной септомаргинальной трабекулы	6,89±0,71	13,45±1,44*	14,75±1,52**
Средний диаметр краниальной септомаргинальной трабекулы	0,39±0,04	0,44±0,04*	0,53±0,05**
Средняя длина каудальной септомаргинальной трабекулы	6,93±0,85	14,87±1,49*	16,32±1,63**
Средний диаметр каудальной септомаргинальной трабекулы	0,28±0,03	0,47±0,04*	0,57±0,06**

* p <0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

** p <0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

Таблица 13 – Морфометрические и количественные данные мышечных перекладин и перемычек левого желудочка сердца козы англо-нубийской породы в возрастном аспекте, мм

Мышечные перекладины и перемычки	Возрастная группа животных						Количество мышечных перекладин и мышечных перемычек
	Новорожденные (10–14 дней)		Половозрелые (шести – семи месяцев)		Годовалые (12 месяцев)		
	длина	ширина	длина	ширина	длина	ширина	
Мышечные перекладины краниальной стенки ЛЖ	9,25±0,92	1,05±0,31	12,77±1,23*	2,42±0,33*	13,87±1,41**	3,13±0,39**	3–8
Мышечные перемычки краниальной стенки ЛЖ	–	–	–	–	–	–	4–11
Мышечные перекладины каудальной стенки ЛЖ	11,53±1,12	1,32±0,22	15,83±1,60*	1,98±0,31*	16,94±1,71**	2,32±0,30**	2–7
Мышечные перемычки каудальной стенки ЛЖ	–	–	–	–	–	–	2–8
Мышечные перекладины медиальной стенки ЛЖ	11,04±1,09	1,58±0,26	22,13±2,21*	2,05±0,35*	25,42±2,61**	2,64±0,37**	4–9
Мышечные перемычки медиальной стенки ЛЖ	–	–	–	–	–	–	3–10

* $p < 0,01$ уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

** $p < 0,01$ уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

В аортальной части $7,70\pm 1,00$ и $5,60\pm 0,60$ мкм соответственно. Толщина субэндотелиального слоя на желудочковой и аортальной поверхности составляет в среднем $12,40\pm 1,50$ мкм и $13,70\pm 1,90$ мкм соответственно (рисунок 51). Средняя длина полулунных створок сердца и для клапана аорты, и для клапана легочных артерий, у новорожденных особей козы англо-нубийской породы составляет – $6,54\pm 0,06$ мм, средняя ширина – $3,77\pm 0,04$ мм, а средняя толщина – $0,16\pm 0,01$ мм. У половозрелых особей эти данные составляют – длина $13,75\pm 1,40$ мм, ширина $6,84\pm 0,71$ мм, толщина $0,17\pm 0,01$ мм; у годовалых – $14,03\pm 1,50$ мм, $8,52\pm 0,86$ мм, $0,19\pm 0,02$ мм соответственно.

Также в составе фиброзного скелета сердца, который состоит из четырех фиброзных колец, в устье аорты располагаются сердечные косточки (*os cordis*), которые встречаются у 60% исследуемых особей. Сердечные косточки у исследуемых нами коз представлены правой и левой косточками, причем первая из них крупнее второй. Правая сердечная косточка имеет форму неправильного четырехугольника, широкое основание которого направлен в сторону правого атриовентрикулярного отверстия, а узким концом – к левому атриовентрикулярному отверстию.

Средняя длина правой сердечной косточки составляла $17,65\pm 0,18$ мм, а ширина – $2,29\pm 0,23$ мм. Левая сердечная косточка у коз англо-нубийской породы также располагается в устье аорты и имеет вид узкого изогнутого треугольник чуть ниже устья левой коронарной артерии. Средняя длина левой сердечной косточки у коз англо-нубийской породы составляет $17,15\pm 0,17$ мм, а ширина – $2,23\pm 0,22$ мм.

2.2.2 Возрастные закономерности кровоснабжения и проводящей системы сердца коз англо-нубийской породы

Система коронарных (венечных) артерий коз англо-нубийской породы представлена левой ($4,62\pm 0,46$ мм) коронарными артериями и правой ($3,18\pm 0,31$ мм) (*a. coronaria dextra et. coronaria sinistra*), которые являются единственными источниками кровоснабжения миокарда, в связи с отсутствием

коллатералей. Данные артерии берут свое начало от луковицы аорты ($25,7 \pm 2,60$ мм). Диаметр просвета луковицы аорты (*rulbus aortae*) 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.

Левая венечная артерия выходит из аорты в области левого створки полулунного клапана. Устье артерии овальной формы и с возрастом смещается по отношению к его свободному краю.

Так, у новорожденных козлят устье чаще располагается немного выше клапана, ближе к его переднему краю, а у семимесячных – несколько ниже свободного края полулунного клапана (рисунок 55).

Правая венечная артерия выходит из аорты в области перегородочной створки полулунного клапана. Устье овальной формы и может располагаться ниже, на уровне или выше свободного края клапана, на уровне его середины или несколько правее.

Стенка левого желудочка у коз англо-нубийской породы в возрасте васкуляризируется левой коронарной артерией, средний диаметр которой у годовалых коз англо-нубийской породы составляет $4,18 \pm 0,41$ мм. 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 (паракональную) (*ramus interventricularis paraconalis*) ($3,1 \pm 0,31$ мм), окружную ($2,31 \pm 0,23$ мм) артерии (*ramus circumflexus*) и у 40,00% исследуемых нами коз на левую диагональную (проксимальную ветвь левого желудочка) ($1,52 \pm 0,15$ мм).

Левая межжелудочковая артерия (паракональная) по своему ходу отдает краниальные латеральные и медиальные ветви ($1,13 \pm 0,11$ см) и каудальные латеральные и медиальные ветви ($1,04 \pm 0,10$ см), которые соответственно разветвляются в дорсальной и вентральной части стенки левого желудочка.

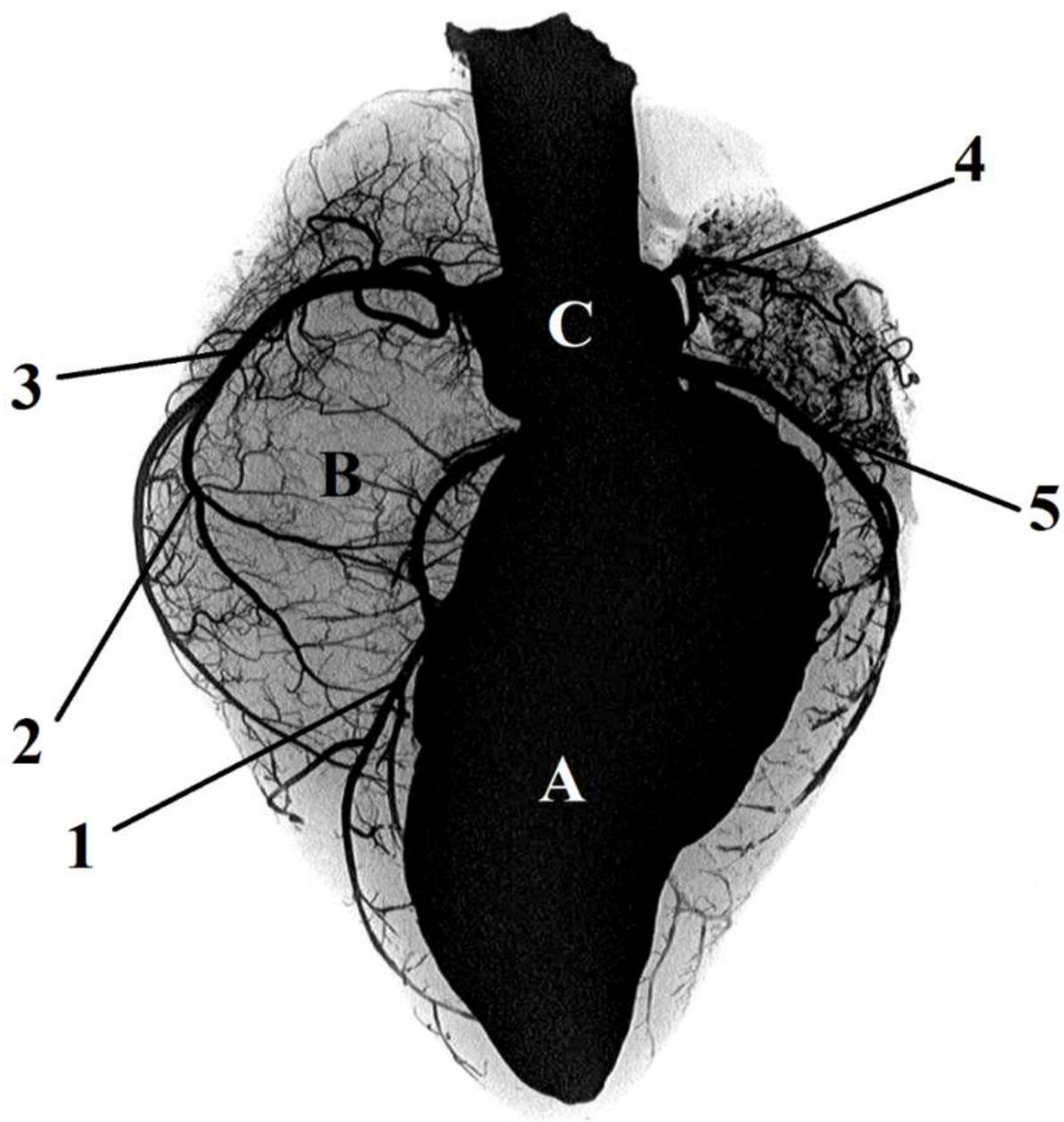


Рисунок 55 – Вазорентгенография сердца козы англо-нубийской породы.

Возраст 7 месяцев:

*А– Полость левого желудочка; В– Полость правого желудочка; С– Луковица аорты;
1 – параконовая артерия (левая межжелудочковая); 2 – краниальная латеральная ветвь
правого желудочка; 3 – субсинусная артерия (правая межжелудочковая); 4 – окружная
артерия; 5 – проксимальная ветвь левого желудочка.*

Затем паракопальная артерия достигает верхушки сердца и анастомозирует с субсинусозной (правой межжелудочковой) артерией. При изучении топографии огибающей артерией нами было заключено, что у 60,00% особей вблизи устья огибающей артерии отходит левая диагональная артерия (проксимальную ветвь левого желудочка), 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 (правую межжелудочковую артерия).

При исследовании установили, что у всех коз англо-нубийской породы стенка правого желудочка васкуляризируется левой и правой коронарными артериями, причем первая из них имеет первостепенное значение в кровотоке данной структуры сердца. По своему ходу левая межжелудочковая (паракопальная) ветвь левой коронарной артерии для стенки правого желудочка отдает множество мелких ветвей. Окружная ветвь у 10,00% коз заканчивается в венечной борозде на правой (предсердной) поверхности, отдавая в сторону субсинусозного желоба среднюю и заднюю коллатеральную ветви. По своему ходу субсинусозная межжелудочковая ветвь ($2,02 \pm 0,22$ мм) разветвляется на краниальные латеральные и медиальные ветви, а также каудальные латеральные и медиальные ветви, которую в свою очередь васкуляризируют стенку правого желудочка коз англо-нубийской породы.

У 90,00% исследуемых нами коз правая коронарная артерия заканчивается небольшими разветвлениями на (правой) предсердной поверхности сердца. Только у 10,00% данная артерия развита и продолжается в субсинусозном желобе как правая межжелудочковая (субсинусозная) ветвь (*ramus interventricularis subsinuosus*), которая в свою очередь разветвляется также на краниальные латеральные и медиальные ветви и на каудальные латеральные и медиальные ветви (рисунок 56).

Приведенные данные в таблице 14 указывают о том, что 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. Левая венечная артерия в этот период увеличивается в 1,97 раза, паракопальная артерия – в 1,78 раза, окружная артерия – в 1,14 раза, левая диагональная артерия – в 1,26 раза, правая венечная артерия – в 1,51 раза, а субсинусозная – в 1,59 раза. В период с шести – семи месяцев до года эти показатели равняются: у левой венечной артерии – в 1,20 раза, у паракопальной – в 1,08 раза, у окружной – 1,13 раза, левой диагональной – 1,31 раза, у правой венечной артерии – в 1,14 раза, а у субсинусозной – в 1,29 раза.

В правом предсердии коз англо-нубийской породы имеется коронарный синус (*sinus coronarius*), в который открываются протоки большой и средней сердечных вен (*v. cordis magna*, *v. cordis media*). Коронарный синус располагается на межпредсердной перегородке вентральнее овальной ямки.

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.

На середине паракопальной межжелудочковой борозды в состав большой сердечной вены входят две ветви от краниальной части межжелудочковой перегородки левого и правого желудочков. Кроме того, от левого желудочка в нее впадает проксимальная коллатеральная вена левого желудочка. Также в большую сердечную вену собирается венозная кровь от области артериального конуса. 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.

Левая краевая вена сердца у коз англо-нубийской породы начинается множеством мелких ветвей на левой (ушковой) поверхности сердца, затем она анастомозирует с дистальной боковой ветвью большой сердечной вены.

Как видно из данных таблицы 15, длина большой сердечной вены у половозрелых особей по сравнению с новорожденными возрастает в 1,30 раза, а у годовалых особей по сравнению с половозрелыми – в 1,10 раз. Диаметр большой сердечной вены также у половозрелых возрастает в 1,60 раз, а у годовалых – в 1,01 раза. Подобная картина отражает темпы роста и развития большой сердечной вены у коз англо-нубийской породы, указывая на замедления 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.

Анализ таблицы 16 свидетельствует о том, что длина средней сердечной вены у половозрелых козлят по сравнению с новорожденными увеличивается в 2,94 раза, а у годовалых козлят по сравнению с половозрелыми практически не увеличивается. Изменения диаметра средней сердечной вены в возрастном аспекте у коз англо-нубийской породы, исходя из данных таблицы 16, свидетельствует о том, что у половозрелых особей он увеличивается в 1,30 раза, а у годовалых в 1,06 раза. Подобная картина, может быть, обусловлена слабой развитостью средней сердечной вены в пренатальный период онтогенеза, и свидетельствует также о замедлении роста средней сердечной вены у коз англо-нубийской породы после полового созревания.

Также, как и всех изучаемых домашних животных, у коз англо-нубийской породы наблюдаются малые сердечные вены (*vv. cordis minimae*) в количестве три – пять штук, которые открываются в полость правого предсердия, собирая венозную кровь из области правого желудочка.

**Таблица 14– Возрастные изменения диаметра правой и левой венечных артерий,
и их ветвей козы англо-нубийской породы**

Венечные артерии сердца и их ветви	Параметры	Показатели	Возрастная группа животных		
			Новорожденные (10–14 дней)	Половозрелые (шести – семи месяцев)	Годовалые (12 месяцев)
Левая венечная артерия	диаметр	абсолют. (мм)	1,95±0,20	3,85±0,39*	4,62±0,46**
		относит. (%)	100	194,44	236,92
Параконалная артерия	диаметр	абсолют. (мм)	1,61±0,15	2,87±0,29*	3,1±0,31**
		относит. (%)	100	178,26	192,54
Окружная артерия	диаметр	абсолют. (мм)	1,78±0,18	2,04±0,19*	2,31±0,23**
		относит. (%)	100	114,60	129,77
Левая диагональная артерия	диаметр	абсолют. (мм)	0,92±0,10	1,16±0,12*	1,52±0,15**
		относит. (%)	100	126,08	165,21
Правая венечная артерия	диаметр	абсолют. (мм)	1,84±0,19	2,78±0,30*	3,18±0,31**
		относит. (%)	100	151,08	172,82
Субсинузная артерия	диаметр	абсолют. (мм)	0,98±0,11	1,56±0,15*	2,02±0,22**
		относит. (%)	100	159,18	206,12

* p <0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

** p <0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

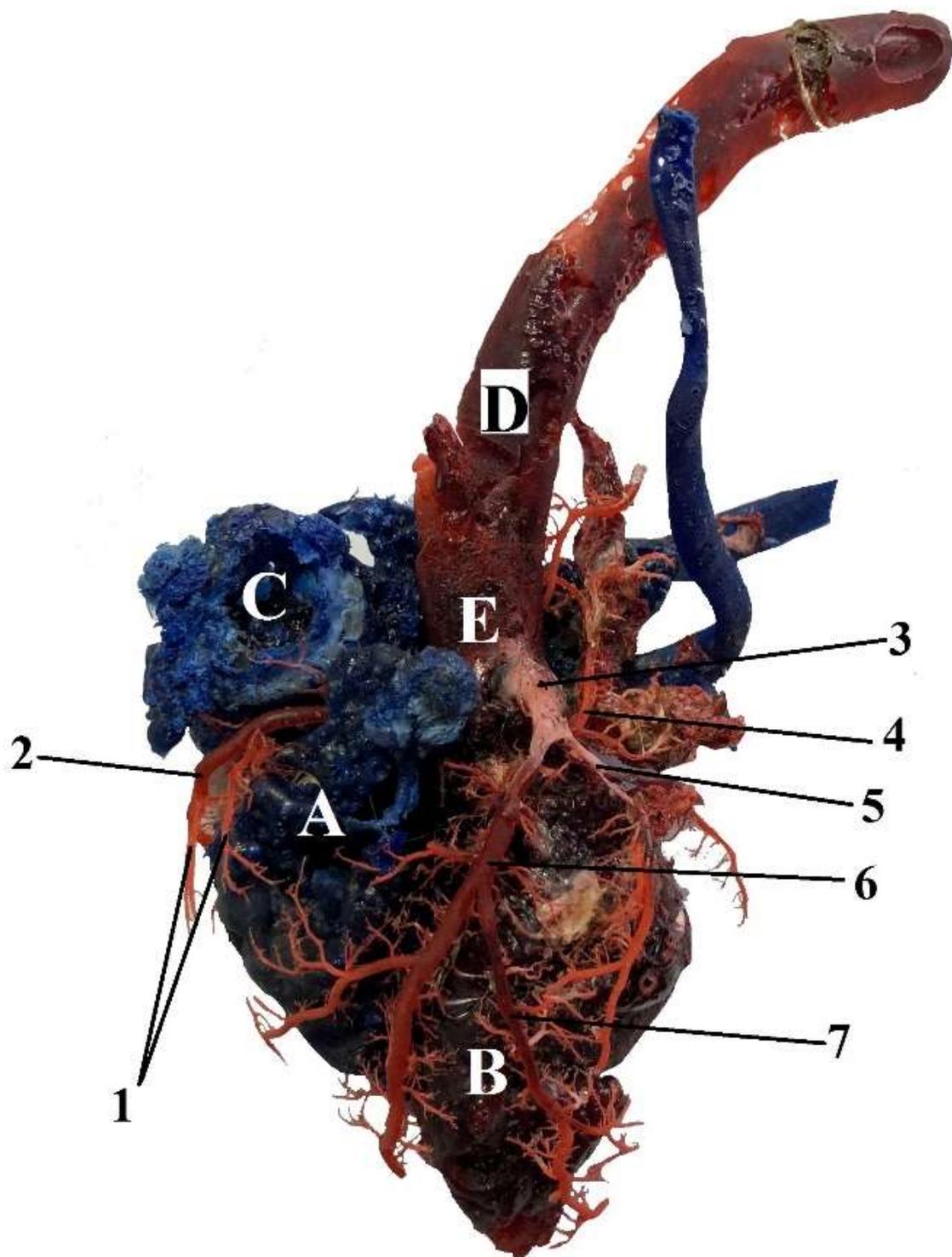


Рисунок 56 – Коррозионный препарат сердца козы англо-нубийской породы.

Возраст 12 месяцев:

А – полость правого желудочка; В – полость левого желудочка; С – полость правого предсердия; D – аорта; Е – луковича аорты; 1 – краниальные и каудальные латеральные ветви правого желудочка; 2 – субсинуозная (правая межжелудочковая) артерия; 3 – левая коронарная артерия; 4 – окружная артерия; 5 – проксимальная ветвь левого желудочка; 6 – паракопальная (левая межжелудочковая) артерия; 7 – краниальная латеральная артерия левого желудочка; 8 – краниальная медиальная артерия левого желудочка.

Таблица 15 – Возрастные изменения большой сердечной вены козы англо-нубийской породы

Показатели	Длина			Диаметр		
	Возрастная группа животных			Возрастная группа животных		
	Новорожденные	Половозрелые	Годовалые	Новорожденные	Половозрелые	Годовалые
абсолютная (мм)	81,56	112,57*	125,14**	4,95	8,26*	8,35**
относительная (%)	100	138,02	153,43	100	166,86	168,68
абсолютная (мм)	81,32	112,84*	125,05**	4,96	8,25*	8,36**
относительная (%)	100	138,76	153,77	100	166,33	168,54
абсолютная (мм)	81,96	112,17*	124,85**	4,94	8,24*	8,37**
относительная (%)	100	136,85	152,33	100	166,80	169,43
абсолютная (мм)	81,53	111,98*	124,94**	4,94	8,24*	8,38**
относительная (%)	100	137,34	153,24	100	166,80	169,63
абсолютная (мм)	81,67	112,67*	124,87**	4,95	8,25*	8,35**
относительная (%)	100	137,95	152,89	100	166,66	168,68
абсолютная (мм)	81,15	112,35*	125,03**	4,96	8,25*	8,36**
относительная (%)	100	138,44	154,07	100	166,33	168,54
абсолютная (мм)	81,74	112,86*	125,11**	4,95	8,26*	8,36**
относительная (%)	100	138,07	153,05	100	166,86	168,88
абсолютная (мм)	–	112,54	124,97	–	8,24	8,37
относительная (%)	–	–	–	–	–	–
абсолютная (мм)	–	–	124,88	–	–	8,35
относительная (%)	–	–	–	–	–	–
абсолютная (мм)	–	–	125,08	–	–	8,38
относительная (%)	–	–	–	–	–	–
Среднее абсолютная (мм)	81,56±8,28	112,62±11,31*	124,99±12,58**	4,95±0,56	8,25±0,845*	8,36±0,827**
Среднее относительная (%)	100	138,08	153,24	100	166,66	168,88

* p < 0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

** p < 0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

В области пограничной борозды между сердечным ушком правого предсердия и краниальной поллой веной у козы англо-нубийской породы располагается синоатриальный узел (*nodus sinuatrialis*) проводящей системы сердца, который является водителем ритма первого порядка. Водителем ритма второго порядка у козы англо-нубийской породы является атриовентрикулярный узел (*nodus atrioventricularis*), который располагается вентрально от овальной ямки рядом с коронарным синусом, расположенным в межпредсердной перегородке со стороны полости правого предсердия.

Дорсальная часть атриовентрикулярного узла состоит из мышечных волокон и расположенных между ними крупных нервных стволов, ганглиев и сосудов. Вентральная часть построена из тонких фиброзных и мышечных волокон со слабо выраженной поперечной исчерченностью, среди которых залегает рыхлая соединительная ткань, жировая ткань и нервные волокна (рисунок 57,58,59). В целом, атриовентрикулярный узел имеет следующее гистологическое строения, образован ориентированными в разных направлениях миоцитами примерно в 1,50 раза меньше сократительных кардиомиоцитов, окруженными толстой соединительнотканной капсулой, хорошо визуализируемой при окраске трихромом по Массону. Р-клетки атриовентрикулярного узла располагаются небольшими кластерами, разграниченными соединительной тканью, характеризовались мелкими размерами, немного отростчатой формой, имели более светлую цитоплазму и рыхлую компоновку миофибрилл, локализованных преимущественно по периферии. Ядра округлой, немного овальной формы, нормохромные, с более плотным распределением хроматина по периферии ядер. Площадь Р-клеток на поперечных срезах составляет в среднем $158,20 \pm 12,30$ мкм², толщина клеток – $12,20 \pm 1,40$ мкм. Диаметр ядра – $5,90 \pm 0,40$ мкм, площадь ядра – $27,80 \pm 1,70$ мкм². Переходные клетки проводящей системы (Т-клетки) более вытянутой, удлиненной формы, цитоплазма некоторых клеток слабовакуолизирована, содержат одно, реже два и более ядра округло-овальной формы (рисунок 60,61,62). Переходные клетки представляют большую часть мышечного

Таблица 16 – Возрастные изменения средней сердечной вены козы англо-нубийской породы

Показатели	Длина			Диаметр		
	Возрастная группа животных			Возрастная группа животных		
	Новорожденные	Половозрелые	Годовалые	Новорожденные	Половозрелые	Годовалые
абсолютная (мм)	27,12	79,84*	80,10**	2,68	3,55*	3,78**
относительная (%)	100	294,39		100	132,46	141,04
абсолютная (мм)	27,14	79,83*	80,09**	2,69	3,56*	3,79**
относительная (%)	100	294,14		100	132,34	140,89
абсолютная (мм)	27,14	79,84*	80,08**	2,7	3,57*	3,8**
относительная (%)	100	294,17		100	132,22	140,74
абсолютная (мм)	27,13	79,85*	80,09**	2,68	3,57*	3,8**
относительная (%)	100	294,32		100	133,20	141,79
абсолютная (мм)	27,12	79,84*	80,10**	2,68	3,57*	3,79**
относительная (%)	100	294,39		100	133,20	141,41
абсолютная (мм)	27,12	79,84*	80,08**	2,69	3,56*	3,79**
относительная (%)	100	294,39		100	132,34	140,89
абсолютная (мм)	27,13	79,85*	80,08**	2,69	3,55*	3,78**
относительная (%)	100	294,32	295,17	100	131,97	140,52
абсолютная (мм)	–	79,83	80,09	–	3,56	3,79
относительная (%)		–	–		–	–
абсолютная (мм)	–	–	80,09	–	–	3,8
относительная (%)			–			
абсолютная (мм)	–	–	80,08	–	–	3,78
относительная (%)	–	–	–	–	–	–
Среднее абсолютная (мм)	27,13±2,68	79,84±8,12*	80,09±8,08**	2,69±0,34	3,56±0,38*	3,79±0,41**
Среднее относительная (%)	100	294,28	295,20	100	132,34	140,89

* p < 0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

** p < 0,01 уровень достоверности при сравнении с новорожденными козлятами.

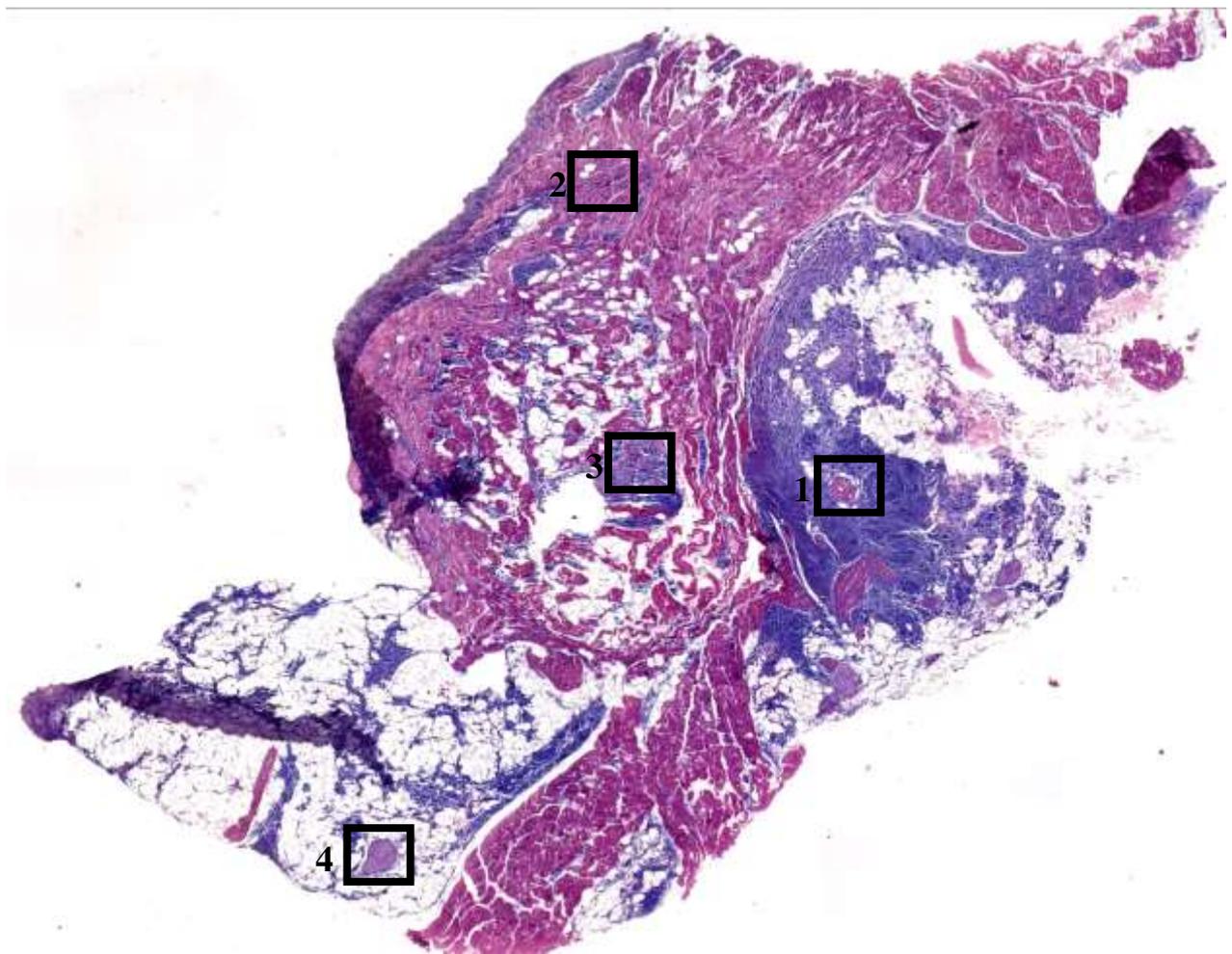


Рисунок 57 – Атриовентрикулярный узел, окрашенный трихромом по Массону.
 Обозначения полей зрения, представленных на рисунках ниже: 1 – атипичные кардиомиоциты (рис. 36); 2 – атипичные кардиомиоциты (рис. 38); 3 – нервные стволы (рис. 42); 4 – нервный ганглий (рис. 43).

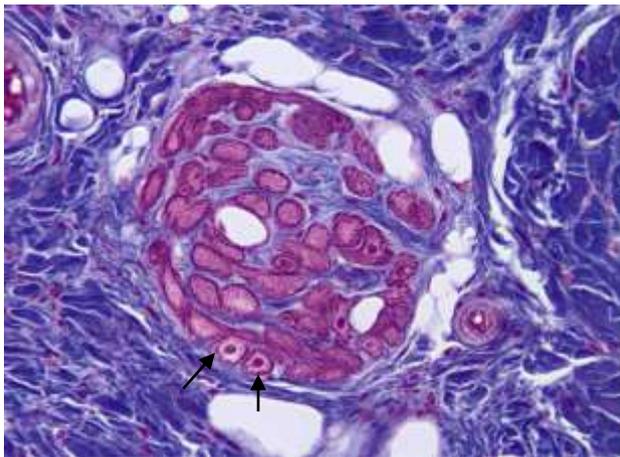


Рисунок 58 – Атриовентрикулярный узел. Атипичные кардиомиоциты (P-клетки) окруженные соединительной тканью. Окраска трихромом по Массону. Ув. 400

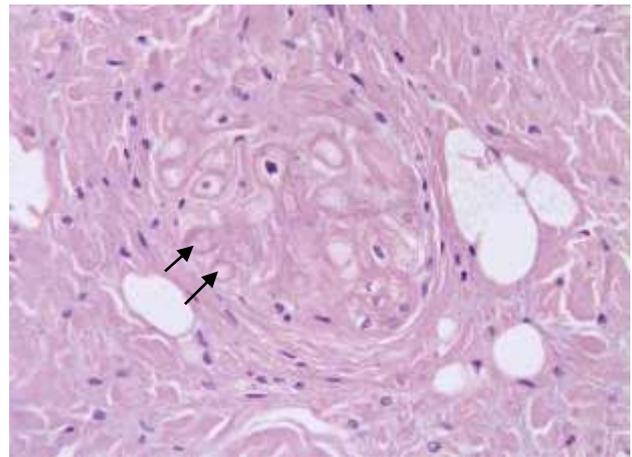


Рисунок 59 – Атриовентрикулярный узел. Атипичные кардиомиоциты (P-клетки) окруженные соединительной тканью. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 400

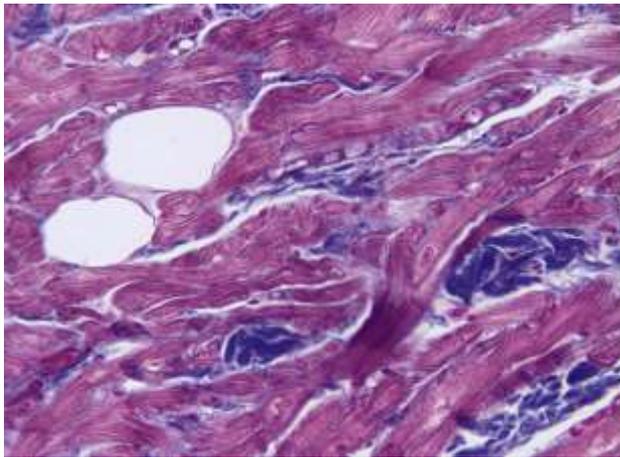


Рисунок 60 – Атриовентрикулярный узел. Атипичные кардиомиоциты (переходные клетки), окруженные соединительной тканью. Окраска трихромом по Массону. Ув. 400

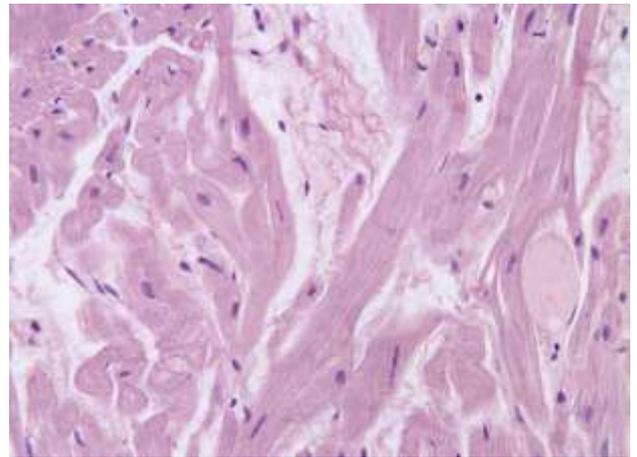


Рисунок 61 – Атриовентрикулярный узел. Атипичные кардиомиоциты (переходные клетки), окруженные соединительной тканью. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 400

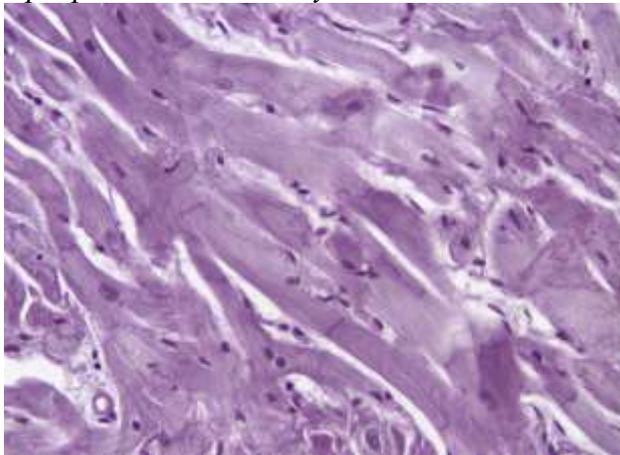


Рисунок 62 – Атриовентрикулярный узел. Атипичные кардиомиоциты (переходные клетки) без выраженной поперечной исчерченности. Окраска Шифф-йодной кислотой по Мак-Манусу. Ув. 400

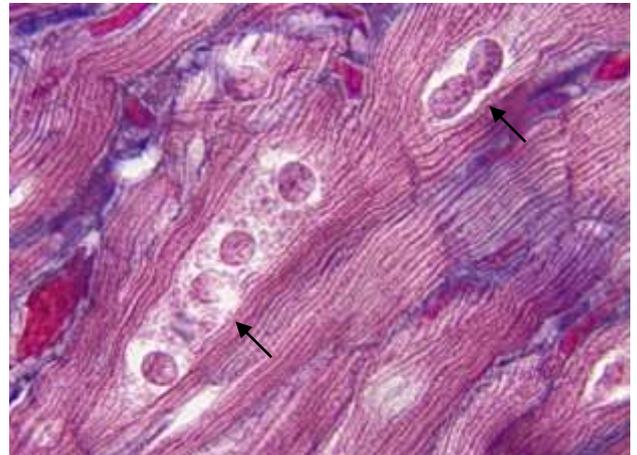


Рисунок 63 – Атриовентрикулярный узел. Атипичные кардиомиоциты (переходные клетки) с двумя и более ядрами (стрелки). Окраска трихромом по Массону. Ув. 400

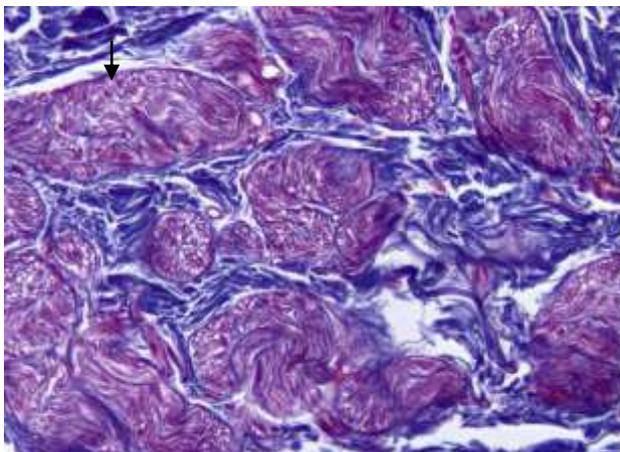


Рисунок 64 – Атриовентрикулярный узел. Нервные стволы, окруженные соединительной тканью. Окраска трихромом по Массону. Ув. 400

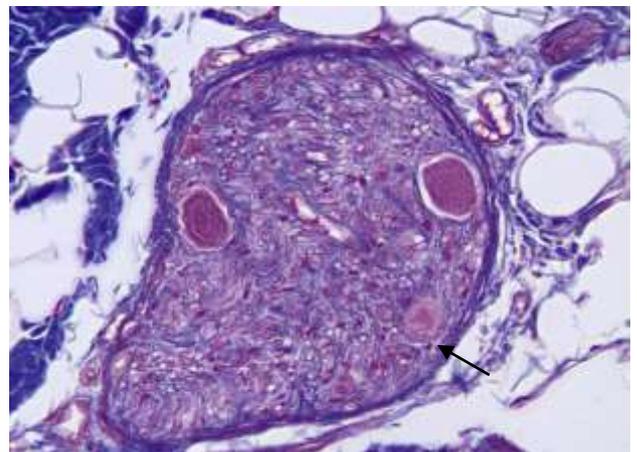


Рисунок 65 – Атриовентрикулярный узел. Нервный ганглий. Окраска трихромом по Массону. Ув. 400

компонента узла, формируют разнонаправленные тяжи, разделенные рыхло скомпонованными пучками коллагеновых волокон и адипоцитами. Площадь Т-клеток на поперечных срезах составляет в среднем $192,20 \pm 21,80$ мкм², толщина клеток – $11,80 \pm 2,90$ мкм. Большой диаметр ядра – $12,90 \pm 1,40$ мкм, малый диаметр – $5,60 \pm 0,70$ мкм, площадь ядра – $49,40 \pm 5,10$ мкм² (рисунок 63,64,65).

Своей краниальной, более узкой частью атриовентрикулярный узел проводящей системы сердца козы англо-нубийской породы переходит в атриовентрикулярный пучок (*fasciculus atrioventricularis*), который в области межжелудочковой перегородки делится на правую и левую ножки Гиса (*crus fasciculi atrioventricularis dextrum et crus fasciculi atrioventricularis sinistrum*).

Правая ножка Гиса через межжелудочковую перегородку направляется в септомаргинальную трабекулу правого желудочка и через нее подходит к большой сосочковой мышце, а затем разветвляется в боковой стенке правого желудочка на волокна Пуркинье. Левая ножка Гиса направляется через межжелудочковую перегородку в сторону краниальной и каудальной септомаргинальных трабекул левого желудочка, а затем через подушковую и подпредсердную сосочковые мышцы левого желудочка разветвляется в его боковой стенке на волокна Пуркинье.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

3.1 Обсуждение результатов исследования

Исследования сердечно–сосудистой системы и, в частности, сердца по сей день являются актуальными и значимыми в отечественной и зарубежной морфологии. Научные исследования в данной области принадлежат таким авторам, как Р. Ш. Тайгузин (1998), D. Ozbag (2001), W. Perez (2007), P. A.Iazzo (2009), M. Lima (2009), М. Ж. Нурушев (2010), Г. Н. Бородина (2011), С. А. Куга (2012), В. К. Вансяцкая, М. Х. Баймишев (2013), С. М. Завалеева, Е. Н. Чиркова (2013), Е. А. Кирпанева (2014); L. A. Core (2016) О. В. Распутина, Д. А. Кузнецова (2016), А. П. Волкова (2016), Р. А. Жилин (2017), В. Н. Тарасевич, Н. И. Рядинская (2020), и др.

В ходе проделанной нами работы установлено, что сердце козы англо-нубийской породы расположено в грудной полости, краниально по отношению к диафрагме и в области между третьим и шестым межреберьями, причем его основание находится напротив середины первого ребра. Подобную топографию сердца указывают в своих работах такие авторы, как И. В. Хрусталева (2002), А. Ф. Климов, А. И. Акаевский (2011), М. Х. Баймишев (2013), О. В. Распутина, Д. А. Кузнецова (2016), А. П. Волкова (2016), W. Perez (2018).

М. Ж. Нурушев (2010) в своих исследованиях придерживается классификации типа сердца коз по Э.М. Бикчентаеву, который утверждает, что у 57,10% коз сердце удлиненно–суженной формы, у 26,20% коз – конусовидной, а у 16,70% – расширенно–укороченное. В. Н. Жеденов (1954), в свою очередь, классифицируют формы сердца коз на лептоморфную (суженовытянутую), мезоморфную (среднюю или суженоукороченную) и расширенно–укороченную. В своих исследованиях мы учитывали особенности обеих классификаций и установили, что у большинства коз англо-нубийской породы сердце имеет расширенно–укороченную форму, что относится к наиболее редко встречающейся форме сердца.

Абсолютная масса сердца коз англо-нубийской породы по данным нашего исследования составляет у годовалых особей $221,73 \pm 21,47$ грамма, у

половозрелых – $135,47 \pm 13,51$ грамма, а у новорожденных – $35,05 \pm 3,01$ грамма. В. К. Вансяцкая, Е. А. Кирпанева (2014) указывают, что масса сердца у крупного рогатого скота составляет 2,05 кг, у свиней – 260,00 граммов, у верблюда – 1720,00 граммов. У взрослых альпаки по данным W. Perez (2018) масса сердца достигает $400,00 \pm 43,00$ грамма.

Нами установлено, что сердце козы англо-нубийской породы состоит из четырех полостей, которые изнутри разделяются межпредсердной и межжелудочковой перегородкой, а с внешней стороны венечной, паракональной и субсинусозной бороздами. Это совпадает с данными, полученными в работах А. В. Комарова (1981), D. Ozbag (2001), S. A. Gunnal (2012), W. Perez (2018).

В работах А. Ромер (1995), А. И. Вишнякова (2000), Е. В. Поманской (2008), S. A. Gunnal (2012), Н. Е. Evans (2013) указано, что сердце располагается в окологердечной полости, которая, в свою очередь, образовано перикардом. Он у коз англо-нубийской породы делится на собственно перикард и средостенную плевру, толщина которых в целом у исследуемых нами животных в возрасте двенадцати месяцев составляет $0,29 \pm 0,03$ мм. А. Iazzo (2009) указывает, что у человека толщина перикарда варьируется от 1,00 до 3,50 мм, у овец – $0,32 \pm 0,01$ мм, у свиней – $0,20 \pm 0,01$ мм, а у собак – $0,19 \pm 0,01$ мм. Серозный перикард делится на париетальный и висцеральный листки, последний из которых является наружной оболочкой сердца и плотно прирастает к миокарду. Висцеральный листок перикарда носит название эпикард. Подобное строение перикарда и эндокарда указывают Н. Е. König, Н. G. Libich (2004) и Е. Г. Турицына (2019).

Миокард предсердий козы англо-нубийской породы состоит из двух слоев: наружного, который один и для правого, и для левого предсердий, и имеет поперечный ход волокон; и внутреннего, который индивидуален для каждого предсердия и имеет продольное направление. Миокард желудочков козы англо-нубийской породы состоит из пяти слоев мышечных волокон: наружный и внутренний имеют косо-продольную ориентацию, а между ними три слоя в виде восьмерки. 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. Большой диаметр ядра кардиомиоцитов предсердия составляет $10,10 \pm 1,10$ мкм, для малого – $4,30 \pm 0,40$ мкм, их средняя площадь – $42,70 \pm 3,20$ 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, большой диаметр их ядер $12,70 \pm 1,30$ мкм, малый – $4,20 \pm 0,40$ мкм, площадь их ядер $42,90 \pm 3,20$ мкм². Рабочие кардиомиоциты межжелудочковой перегородки имеют толщину $21,10 \pm 3,30$ мкм, их площадь составляет $248,90 \pm 21,60$ мкм², большой диаметр их ядра – $12,70 \pm 1,10$ мкм, малого – $5,3 \pm 1,0$ мкм, площадь их ядер $46,20 \pm 5,90$ мкм². Толщина рабочих кардиомиоцитов правой септомаргинальной трабекулы составляет $14,70 \pm 1,80$ мкм, их площадь – $184,20 \pm 22,10$ мкм². Большой диаметр кардиомиоцитов правой септомаргинальной трабекулы в наших исследованиях равняется $12,70 \pm 1,30$ мкм, малый – $3,90 \pm 0,70$ мкм. Средняя площадь ядер кардиомиоцитов правой септомаргинальной трабекулы равна $63,70 \pm 5,40$ мкм².

Р. Ш. Тайгузин (1998), Т. Daimei (2014) и G. M. Allouch (2015) в своих работах указывают, что диаметр кардиомиоцитов у крупного рогатого скота в левых сосочковых мышцах составляет $28,60 \pm 1,32$; в правых – $28,50 \pm 1,20$; а в трабекуле $25,50 \pm 1,08$ мкм; у овец в левых сосочковых мышцах $16,50 \pm 1,22$ мкм, в правых сосочковых мышцах – $16,60 \pm 1,36$, а в септомаргинальной трабекуле – $12,35$ мкм; у коз эти показатели равняются $15,40 \pm 1,68$ мкм, $14,00 \pm 1,24$ мкм, $11,10 \pm 1,82$ мкм соответственно. Т. Shimada (1986), А. Haligur (2009) указывают, что длина кардиомиоцитов в предсердиях сердца человека составляет 40–70 мкм, а их диаметр – 5,00–6,00 мкм. По данным И.А. Белозеровой миокард полуторамесячных плодов овец содержит до 70,00% соединительной ткани, и появляются эластические волокна, а в трехмесячном возрасте – коллагеновые.

У быка домашнего толщина миокарда в правом предсердии 4,00 мм, в левом – 6,00 мм, в правом желудочке – 19,00 мм, а в левом – 37,0 мм. У свиней толщина миокарда в правом предсердии составляет 3,00 мм, в левом – 2,50 мм, в правом

желудочке – 6,00 мм, а в левом желудочке – 19,00мм (В. К. Вансяцкая, Е. А. Кирпанева, 2014).

Внутреннюю поверхность сердца выстилает третья оболочка – эндокард. У козы англо-нубийской породы толщина эндокарда предсердий составляет $17,20 \pm 2,20$ мкм, большой диаметр эндотелиоцитов предсердий составляет $7,80 \pm 1,50$ мкм, а малый – $4,80 \pm 0,60$ мкм. В области правой септомаргинальной трабекулы толщина эндокарда равняется $49,40 \pm 8,30$ мкм, а диаметр ядер эндотелиоцитов $9,10 \pm 1,20$ и $3,30 \pm 0,50$ мкм соответственно. В области межжелудочковой перегородки данные показатели равняются $124,50 \pm 17,30$ мкм, $8,90 \pm 1,10$ мкм и $3,10 \pm 0,90$ мкм соответственно. В области гребешковых мышц толщина эндокарда равняется $21,60 \pm 3,50$ мкм, большой диаметр ядер эндотелиоцитов этого отдела $7,30 \pm 0,50$ мкм, а малый – $3,10 \pm 0,30$ мкм. Схожий план строения эндокарда указывают в своих работах R. H. Anderson (2004), W. L. Wike (2009), Г. Н. Бородина (2011), Н. В. Зеленевский, М. В. Щипакин (2014).

Полость левого предсердия козы англо-нубийской породы по результатам наших исследований выстилают от девяти до четырнадцати гребешковых мышцы, которые по большей своей части локализуются с внутренней поверхности сердечного ушка, длина которого у годовалых коз составляет $22,81 \pm 0,28$ мм, ширина $23,01 \pm 0,23$ мм, а толщина $0,85 \pm 0,08$ мм. Длина гребешковых мышц левого предсердия у коз англо-нубийской породы с новорожденного периода до половозрелого увеличивается в 1,86 раза, а с половозрелого периода до двенадцати месяцев в 1,10 раза. Также левое предсердие имеет отверстия легочных вен, диаметр которых $5,12 \pm 0,51$ мм.

Правое предсердие козы англо-нубийской породы изнутри выстилают гребешковые мышцы в количестве двенадцати – шестнадцати штук, которые увеличиваются в 2,17 раза с двухнедельного возраста особей до шести – семи месяцев, и в 1,07 раза до двенадцати месяцев. С наружной поверхности в образовании правого предсердия участвует сердечное ушко, длина которого у коз составляет $33,02 \pm 0,33$ мм, ширина $31,64 \pm 0,31$ мм, а толщина $0,89 \pm 0,08$ мм. Также полость правого предсердия у козы англо-нубийской породы имеет устье

краниальной полой вены с диаметром у годовалых особей $12,34 \pm 0,12$ мм и каудальной полой вены с диаметром – $11,09 \pm 0,11$ мм.

Высота стенок предсердий у коз англо-нубийской породы в первый период роста в среднем увеличивается в 1,71 раза, ширина – в 2,13 раза, толщина – в 1,71 раза. Во второй период роста эти показатели равняются 1,03 раза, 1,04 раза и 1,1 раза соответственно.

Г. Н. Бородина (2011) утверждает, что на внутренней поверхности предсердий у человека и животных насчитывается от пяти до семи гребешковых мышц, что расходится с нашими данными.

А. И. Вишняков (2000) в своей работе указывают, что у коз оренбургской породы внутренняя поверхность правого предсердия имеет от девяти до семнадцати гребешковых мышц, а левого – от четырех до тринадцати, что не является существенным отличием от полученных нами данных. Также автор утверждает, что длина гребешковых мышц в первые пять месяцев увеличивается в 2,09 раза, а от пяти до восемнадцати – в 1,08 раза. Мы в своих исследованиях получили похожие темпы роста гребешковых мышц.

В. И. Бураковский, Л. А. Бокерия (1996), Н. Е. König, Н. G. Libich (2004), А. Kosinski (2013), G. M. Allouch (2015), L. A. Core (2016) и Е. Г. Турицына (2019) в своих работах утверждают, что внутреннюю полость желудочков выстилают мышечных перекладки и перемышки, которые имеют схожее функциональное значение с гребешковыми мышцами предсердий. Также они указывают на наличие в полости правого и левого желудочков септомаргинальных трабекул, которые также еще носят название поперечных мышц сердца. С. R. Leão (2010) указывает, что правая септомаргинальная трабекула обнаруживается в сердцах всех исследуемых им коз и имеет длину от 1,30 см до 2,60 см. М. Ж. Ожогина (2006) указывает, что у животных семейства собачьих левая септомаргинальная трабекула представлена одним – двумя тяжами или образует сухожильную сеть. S. Crick (1998), В. К. Вансяцкая, Е. А. Кирпанева, (2014) утверждают, что длина правой септомаргинальной трабекулы у свиней равняется примерно 30,00 мм, а левая септомаргинальная трабекула у свиней имеет длину около 40,00 мм.

В результате проведенного исследования мы установили, что правый желудочек козы англо-нубийской породы имеет септомаргинальную трабекулу мышечного типа в единственном числе. Длина правой септомаргинальной трабекулы увеличивается в первый период роста в 1,66 раза, а диаметр – в 1,40 раза. Во второй период роста эти показатели равняются 1,07 и 1,32 раза соответственно. Также мы установили, подтверждая исследования некоторых авторов, что стенки правого желудочка выстилают мышечные перекладки и перемычки, количество первых из них в среднем насчитывается от четырех до одиннадцати на каждой стенке правого желудочка, а мышечных перемычек от одного до девяти на каждой стенке. Длина мышечных перекладок правого желудочка козы англо-нубийской породы в среднем увеличивается в первый период роста в 2,11 раза, а их диаметр в 2,52 раза. Во второй период роста – в 1,04 раза и 1,30 раза соответственно.

Полость левого желудочка козы англо-нубийской породы также выстилают мышечные перекладки в количестве от двух до девяти штук на каждой стене и мышечные перемычки в количестве от трех до одиннадцати штук на каждой стенке левого желудочка. Темпы роста мышечных перекладок левого желудочка следующие: в первый период их длина увеличивается в 1,58 раза, а диаметр – в 1,70 раза, во второй период длина увеличивается в 1,10 раза, а диаметр – в 1,25 раза. Также в полости левого желудочка встречаются левые поперечные мышцы сухожильного типа в количестве двух штук. Длина краниальной септомаргинальной трабекулы с новорожденного периода до половозрелого увеличивается в 1,95 раза, а ее диаметр – в 1,12 раза. У годовалых особей эти показатели возрастают в 1,10 и 1,20 раза соответственно. Длина каудальной септомаргинальной трабекулы в первый период роста возрастает в 2,15 раза, а ее диаметр – в 1,67 раза. Во второй – в 1,10 и 1,21 раза соответственно.

Р. А. Iazzo (2009) пишет, что сердце жвачных животных имеет четыре сердечных клапана, два из которых атриовентрикулярные, а еще два полулунные. Атриовентрикулярные клапаны располагаются между предсердиями и желудочками, полулунные клапана в устьях аорты и легочного ствола.

Исходя из полученных нами данных, можно сделать заключение, что клапанный аппарат козы англо-нубийской козы схож по своему строению с описанными выше животными. В левой половине сердца козы англо-нубийской породы располагается атриовентрикулярное отверстие диаметром у годовалых особей $15,71 \pm 0,16$ мм, у половозрелых – $15,12 \pm 0,13$ мм, и новорожденных – $10,05 \pm 0,11$ мм. В этом отверстии располагается митральный клапан, состоящий из двух основных створок, пристеночной и перегородочной. Длина пристеночной створки в первый период роста у козы англо-нубийской породы увеличивается в 2,5 раза, а длина перегородочной в 1,90 раза. Во второй период роста эти показатели равняются 1,04 и 1,03 раза. Ширина пристеночной створки в первый период роста увеличивается в 1,30 раза, а перегородочной в 3,10 раза. Во второй период роста они увеличиваются в 1,10 и 1,04 соответственно. Толщина этих же створок митрального клапана увеличиваются сначала в 1,90 и 2,20 раза, а затем в 1,13 и 1,30 раза соответственно. Также 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. Длина подушковой сосочковой мышцы у козы англо-нубийской породы в первый период роста увеличиваются в 2,15 раза, а подпредсердной – в 2,11 раза. Во второй период их длина увеличивается в 1,05 и 1,02 раза соответственно.

По данным М. Ж. Ожогойной (2006) и Е. Г. Турицыной (2019) атриовентрикулярный клапан левой половины сердца является двустворчатым и имеет в своем составе две створки, шесть–восемь сухожильных струн и две сосочковые мышцы, которые подразделяются на подпредсердную и подушковую. Также у 60,00% исследуемых лисиц и собак, а также у 30,00% песцов в левом желудочке обнаруживается еще и добавочная сосочковая мышца. В работах С. М. Завалеевой, Е. Н. Чирковой (2007) указано, что ярко выражена в составе левого атриовентрикулярного клапана у лисицы обыкновенной только перегородочная створка, а также клапан имеет всего две сосочковые мышцы.

W. Perez (2017) выделяет в правой половине сердца у альпаки правый атриовентрикулярный клапан, который состоит из трех створок, Р. А. Жилин (2017) также подтверждает эти данные, указывая о наличие трехстворчатого клапана в правой половине сердца у амурского тигра. Он утверждает, что правый атриовентрикулярный клапан амурского тигра состоит из трех основных створок, трех сосочковых мышц и сухожильных струн в количестве 18 штук.

Правая половина сердца козы англо-нубийской породы также имеет в своем составе атриовентрикулярное отверстие диаметром у двенадцатимесячных коз $16,98 \pm 1,80$ мм, у шести – семимесячных $15,09 \pm 1,61$ мм, а у новорожденных $10,44 \pm 1,01$ мм. В составе этого отверстия располагается трикуспидальный клапан, который состоит из трех створок, трех сосочковых мышц и сухожильных струн. Угловая, пристеночная и перегородочная створки являются основными створками трикуспидального клапана. Средняя длина всех трех створок в первый период роста увеличивается в 1,60 раза, ширина – в 1,77 раза, толщина – в 1,75 раза. Во второй период роста эти показатели равняются 1,08 раза, 1,17 раза и 1,07 раза соответственно. По нашим данным установлено, что створки трикуспидального клапана сформированы фиброзными пластинками из плотной волокнистой соединительной ткани и несут на себе две поверхности, предсердную и желудочковую, и три слоя, спонгиозный, предсердный и желудочковый. 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. Поверхность створок покрыта одним слоем эндотелиальных клеток, большой диаметр ядер которых составляет $9,50 \pm 0,80$ мкм, а малый – $4,70 \pm 0,40$ мкм. Толщина субэндотелиального слоя на предсердной и желудочковой поверхностях составляет $15,50 \pm 2,30$ мкм и $16,90 \pm 1,80$ мкм соответственно. В полости правого желудочка располагаются три сосочковые мышцы, которые также принадлежат к клапанному аппарату сердца. 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. Длина подартериальной сосочковой мышцы увеличивается в первый период роста в 1,32 раза, во второй период – в 1,12 раза. Длина малой сосочковой мышцы увеличивается сначала в 1,12 раза, а затем в 1,17 раза. Длина большой сосочковой мышцы в 2,17 раза и 1,03 раза соответственно.

А. А. Торшкова (2002, 2006) и Е. Г. Турицына (2019) указывают, что полулунные клапаны сердца животных состоят из трех створок, в центре которых располагаются Аранциевы узелки.

В области артериального конуса в правом желудочке сердца козы англо-нубийской породы располагается отверстие легочного ствола диаметром у новорожденных особей $8,15 \pm 0,81$ мм, у половозрелых – $10,21 \pm 1,02$ мм, у годовалых – $10,52 \pm 1,10$ мм. В составе этого отверстия у исследуемых нами животных располагается полулунный клапан, состоящий из трех створок. Наиболее развита в новорожденный период у коз англо-нубийской породы промежуточная створка. В левом желудочке располагается отверстие аорты диаметром у новорожденных коз $7,89 \pm 0,78$ мм, половозрелых – $9,69 \pm 1,02$ мм, годовалых – $10,12 \pm 1,01$ мм. В отверстие аорты также располагается полулунный клапан, состоящий из трех створок. Самой крупной створкой в данном клапане у исследуемых нами животных является септальная. Створки полулунного клапана аорты 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 аорты козы англо-нубийской породы составляет $125,10 \pm 14,40$ мкм.

По нашим данным у 60,00% коз англо-нубийской породы в составе фиброзного скелета сердца встречаются сердечные косточки, которые расположены в области устья аорты. Средняя длина правой сердечной косточки у годовалых коз составляет $17,65 \pm 0,18$ мм, ширина – $2,29 \pm 0,23$ мм. Средняя длина левой сердечной косточки – $17,15 \pm 0,17$ мм, а ширина – $2,23 \pm 0,22$ мм. Полученные нами данные не противоречат исследованиям А. А. Mohammadpour (2007). Он

утверждает, что у 52,00% исследуемых овец и у 44,00% коз в области устья аорты присутствуют сердечные косточки, средняя длина которых у овец достигает 18,10 мм, а у коз 16,99 мм, а ширина – 2,30 и 2,25 соответственно.

Сердце является центральным органом кровоснабжения организма животного, в связи с этим множество отечественных и зарубежных авторов посвятили свои исследования непосредственно васкуляризации самого сердца. Я. Т. Подковыров (1967), Ю. М. Малофеев (1988), М. Н. Вахромеева (1992), Н. В. Зеленецкий (2001), М. С. Герасименко (2005), Д. А. Кэмм (2011) I. V. Aershot (2012), N. T. Kouchoukos (2013), М. Х. Баймишев (2013), М. В. Щипакин, А. В. Прусаков (2015), Р. А. Жилин (2015), А. П. Волкова (2016), М. А. Genain (2018) установили в своих исследованиях, что сердце васкуляризуется правой и левой коронарными артериями, которые начинаются в области устья аорты. И в зависимости от степени развитости той или иной артерии, сердце животных может иметь либо левовенечный тип васкуляризации, либо правовенечный, либо равномерный. По данным Я. Т. Подковырова (1967) и N. T. Kouchoukos (2013) у крупного рогатого скота сердце имеет левовенечный тип кровоснабжения либо равномерный. М. Ж. Нурушев (2010), в свою очередь, считает, что у крупного и мелкого рогатого скота более развита левая венечная артерия. T.J. Borges (2018) указывает в своих исследованиях, что свиньи имеют правовенечный тип кровоснабжения, а R. Berg (1973) и R. Akers (2014), что правовенечный тип кровоснабжения является примитивным и причисляют к нему свинью и речного бобра. N.T. Kouchoukos (2013) указывает, что у свиньи равномерный тип кровоснабжения. У лошади ряд авторов, такие как Н. В. Зеленецкий (2001), И. В. Хрусталева (2002) склонны считать наличие равномерного типа кровоснабжения.

По результатам наших исследований мы установили, что у козы англо-нубийской породы левовенечный тип кровоснабжения сердца, что не противоречит библиографическим данным. Правая и левая коронарная артерия берут свое начало от луковицы аорты, левая коронарная артерия выходит в области левого створки полулунного клапана, а правая в области перегородочной. Подобные данные в своих исследованиях получил М.С. Герасименко (2005)

указывая, что венечные артерии овец начинаются от луковицы аорты над полулунным клапаном.

Левая коронарная артерия козы англо-нубийской породы, располагаясь между в венечной борозде, по своему ходу отдает паракональную и окружную артерии и у 40,00% исследуемых нами особей на левую диагональную. Паракональная ветвь отдает краниальные латеральные и медиальные ветви, и каудальные латеральные и медиальные ветви. После чего она анастомозирует с субсинусозной ветвью в области верхушки сердца. Окружная артерия у 90,00% англо-нубийских коз проходит по венечной борозде и отдает субсинусозную ветвь, а у 10,00% – заканчивается в вышеуказанной борозде, отдавая среднюю и заднюю коллатеральную ветви. Также у большинства исследуемых нами животных правая коронарная артерия заканчивается небольшими разветвлениями на правой поверхности сердца. Субсинусозная ветви, в свою очередь, делится на краниальные латеральные и медиальные ветви, и каудальные латеральные и медиальные ветви. Левая диагональная артерия у 60% коз отходит от окружной артерии и направляется в сторону передней стенки левого желудочка сердца. Также мы установили, что диаметр левой венечной артерии козы англо-нубийской породы в первый период роста увеличивается в 1,97 раза, диаметр паракональной артерии – в 1,78 раза, диаметр окружной – в 1,14 раза, левой диагональной артерии – в 1,26 раза, правой венечной артерии – в 1,51 раза, а субсинусозной – в 1,59 раза. Во второй период роста эти показатели равняются: у левой венечной артерии – в 1,20 раза, у паракональной – в 1,08 раза, у окружной – 1,13 раза, левой диагональной – 1,31 раза, у правой венечной – в 1,14 раза, а у субсинусозной – в 1,29 раза.

К. Barszcz (2019) указывает, что у 25 коз (69,00%) периферическая ветвь, которая в проведенных исследованиях имеет наименование окружная, имеет небольшие разветвления на поверхности предсердия сердца. У 11 коз (31,00%) она продолжается в субсинусозной межжелудочковой борозде. G. Aksoy, H. Karadag (2003) указывают, что у 26,00% собак отсутствует правая коронарная артерия. Ю. М. Малофеев (1988) утверждает, что у 45,00–47,00% маралов

параконалная артерия самостоятельно отходит от устья аорты, это противоречит полученным нами данным. J. L. P. Neto, P. P. Lelovas (2008) и М. В. Щипакин, А. В. Прусаков (2014, 2015) в своих исследованиях доказывают, что от параконалной артерии ответвляются краниальная латеральная и медиальная артерии и каудальная латеральная и медиальная артерии, что совпадает с нашими полученными данными. У евразийской рыси диаметр левой коронарной артерии составляет $3,30 \pm 0,05$ мм, диаметр параконалной артерии $1,35 \pm 0,05$ мм, а огибающей $1,45 \pm 0,05$ мм (М.С. Герасименко, А. Андрианова, 2005, 2012).

Нами установлено, что венозная система сердца козы англо-нубийской породы представлена протоками большой, средней и малых сердечных вен. Большая и средняя сердечные вены впадают в коронарный синус, который расположен в правом предсердии. Малые сердечные вены самостоятельно открываются в количестве трех – пяти штук в полость правого предсердия. В ходе исследований установлены темпы роста большой и малой сердечных вен. Длина большой сердечной вены в первый период роста увеличивается в 1,30 раза, диаметр – в 1,60 раза. Во второй период роста длина увеличивается в 1,10, а диаметр – в 1,01 раза. Длина средней сердечной вены у половозрелых козлят по сравнению с новорожденными увеличивается в 2,94 раза, а диаметр 1,30 раза. Во второй период роста эти показатели равны 1,00 и 1,06 соответственно. Подобные результаты в своих исследованиях получили К. Besoluk, S. Tipirdamaz (2001), М. В. Ожогина (2006), J. L. P. Neto (2009), Н. В. Зеленевский (2015) и L. A. Core (2016).

Синовентрикулярная система сердца козы англо-нубийской породы состоит из синоатриального, атриовентрикулярного узлов, пучка Гиса, правой и левой ножек пучка Гиса, которые заканчиваются волокнами Пуркинье. Подобный план строения проводящей системы сердца животных указывают Р. Ш. Тайгузин (1998), И. В. Хрусталева (2002), С. А. Remme (2009), Т. К. Кручина (2011), О. Л. Бокерия, А. А. Ахобекова (2014), Д. А. Зоткина (2019) и другие.

Нами установлено, что дорсальная часть атриовентрикулярного узла состоит из мышечных волокон, между которыми располагаются нервы и сосуды.

Вентральная часть узла состоит из тонких фиброзных и мышечных волокон, рыхлой соединительной ткани, жировой ткани и нервных волокон. Р–клетки атриовентрикулярного узла располагаются небольшими кластерами, разграниченными соединительной тканью. Площадь Р–клеток на поперечных срезах составляет в среднем $158,20 \pm 12,30$ мкм², толщина клеток – $12,20 \pm 1,40$ мкм. Диаметр ядра – $5,90 \pm 0,40$ мкм, площадь ядра – $27,80 \pm 1,70$ мкм². Т–клетки (переходные 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. Большой диаметр ядра – $12,90 \pm 1,40$ мкм, малый диаметр – $5,60 \pm 0,70$ мкм, площадь ядра – $49,40 \pm 5,10$ мкм². В составе межжелудочковой перегородки сердца козы англо-нубийской породы 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. Средний диаметр ядра клеток Пуркинье в данном отделе составляет $10,90 \pm 1,00$ мкм, площадь ядер – $62,10 \pm 4,50$ мкм². При гистологическом исследовании правой поперечной мышцы сердца козы англо-нубийской породы также нами обнаружены элементы проводящей системы сердца. В ней субэндокардиально определяются структуры ножки пучка Гиса, содержащего компактные скопления клеток Пуркинье, располагавшихся в составе волокон группами по 3–8 клеток, окруженными рыхлой соединительной и жировой тканью.

Площадь волокон Пуркинье и отдельных клеток на поперечных срезах варьируется в пределах 3500–18000 мкм² (в среднем $9424,80 \pm 2340,20$ мкм²) и 940–1600 мкм² (в среднем $1280,70 \pm 144,30$ мкм²) соответственно. Средний диаметр ядра клеток Пуркинье в данном отделе составляет $10,40 \pm 0,80$ мкм, площадь ядер – $74,20 \pm 4,40$ мкм². Подобное строение гистологического строения проводящей системы сердца животных указывают M.S. Spach (1963), T. Shimada (1986), M. Deniz (2004), Ю. В. Воронцова (2004), С.А. Remme (2009), Т. К. Кручина (2011), А. И. Афанасьева (2015), V. Garcia–Bustos (2017), I. Oh (2018) и другие.

3.2 ВЫВОДЫ

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 перекладки, перемышки 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 сухожильным 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 клапана 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 синусом в правом предсердии 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.

3.3 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.

3.4 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.

4. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автандилов, Г. Г. Морфометрия в патологии. – Москва: Медицина, 1973 – С. 22–33.
2. Акаевский, А. И. Анатомия домашних животных / Учебное издание под ред. С.Б. Селезнева, 6–е изд., испр. – Москва: «Аквариум–Принт», 2014 – С. 640.
3. Андрианова, М. А. Артерии сердца евразийской рыси / М. А. Адрианова // Иппология и ветеринария – Санкт–Петербург, 2012 – № 3(5) – С. 86–90.
4. Антипова, Л. В. Анатомия и гистология сельскохозяйственных животных / Л. В. Антипова, В. С. Слободяник, С. М. Сулейманов // Учебник для вузов. – Москва: КолосС, 2005 – С. 384.
5. Асфандияров, Р.И. Формирование структур сердца и сосудов, как системы обеспечения закрученных потоков крови на этапах онтогенеза / Р. И. Асфандияров, С. Б. Моталин, Б. Т. Куртусумов // Морфология. – Санкт–Петербург, 1996. – С. 31 – 32.
6. Афанасьева, А.И. Биологические особенности овец / А. И. Афанасьева, Н. Ю. Буц, Н. И. Рядинская, С. Г. Катаманов, В. И. Максимов // Учебное пособие – Барнаул: Алтайский ГАУ, 2015 – С. 187.
7. Баймишев, М. Х. Анатомия животных / М.Х. Баймишев // Методические указания и рабочая тетрадь для выполнения учебной практики. – Кинель: РИЦ СГСХА, 2013. – С. 42.
8. Балабанова, В. И. Патоломорфологические изменения в сердце откормочных свиней, павших от стрессового воздействия / В. И. Балабанова, А. А. Кудряшов // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – Санкт–Петербург, 2019 – №4(44) – С. 59–63.
9. Белозерова, И.А. Морфофункциональная характеристика сердца овец в пренатальном онтогенезе: дисс...канд. вет. н. – Ставрополь, 2006 – С. 135.
10. Белозерова, И. А. Структурная организация проводящей системы сердца овец в пренатальном онтогенезе / И. А. Белозерова, Т. И. Лапина // Иппология и ветеринария – Санкт–Петербург, 2011 – № 2 – С. 104–108.

11. Бердонгаров, К. Б. Зависимость строения сердца и сосудов от двигательной активности животных / К. Б. Бердонгаров // Сб. науч. тр. – Ульяновск, 1987. – С. 83–84.
12. Бикчентаев, Э.М. Рост и развитие сердца и легких коз оренбургской пуховой породы в утробном периоде онтогенеза: автореф. дисс...канд. вет. н. – Ленинград, 1983 – С. 23.
13. Бокерия, Л. А. Анатомия сердца человека / Л. А. Бокерия, И. И. Берешвили – Москва: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2012 – С.90.
14. Бокерия, О. Л. Ионные каналы и их роль в развитии нарушений ритма сердца / О. Л. Бокерия, А. А. Ахобекова // Анналы аритмологии. Неинвазивная аритмология. Москва, 2014 – Том 11. – №3 – С. 177–184.
15. Бородина, Г. Н. Исследование изменений ушек сердца в филогенезе / Г. Н. Бородина, В. Ю. Лебединский, В. Г. Изатулин, А. Л. Черкашина, Ю. А. Высоцкий // Вестник НГУЮБ Серия: Биология, клиническая медицина. – Новосибирск, 2011 – Том 9, выпуск 4 – С. 78–82.
16. Бородина, Г. Н. Морфологические изменения ушек сердца в процессе развития / Г. Н. Бородина // Вестник новых медицинских технологий. – Тула, 2010. – Том 18. – № 2 – С. 80–81.
17. Бураковский, В.И. Сердечно–сосудистая хирургия / В. И. Бураковский, Л. А. Бокерия // Руководство для врачей. 2–е изд. – Москва, 1996 – С. 752.
18. Вансяцкая, В. К. Морфология сердца у некоторых представителей классов птиц и млекопитающих / В. К. Вансяцкая, Е. А. Кирпанева // Животноводство и ветеринарная медицина. – Витебск, 2015 – № 2 (17) – С. 43–47.
19. Вансяцкая, В. К. Морфометрические и анатомические особенности строения сердца у крупного рогатого скота, свиньи и верблюда / В. К. Вансяцкая, Е. А. Кирпанева // Сб. научных трудов «Сельское хозяйство – проблемы и перспективы». – Гродно, 2014 – Том 25, ветеринария – С. 29–36.
20. Вахромеева, М.Н. Нормальное распределение и аномалии венечных артерий в сердце человека: Автореф. дисс...канд. биол. н. – Москва, 1992 – С. 25.

21. Ветошкина, Г.А. Возрастная морфология сердца бычков в постнатальном онтогенезе в зависимости от различной степени двигательной активности: автореф. дис. ... канд. биол. н. – Саранск, 1997 – С. 18.
22. Вишняков, А. И. Внутренние структуры сердца коз оренбургской пуховой породы в онтогенезе: диссертация... канд. вет. н.: 16.00.02. – Оренбург, 2000 – С. 187.
23. Волкова, А. П. Сравнительная оценка критериев состояния сердца при рентгенографии грудной полости / А. П. Волкова // Современные научно-практические решения 21-го века. Материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж, 2016 – С. 232–235.
24. Воронцова, Ю. В. Морфология, физиология и патология проводящей системы сердца собаки: Автореф. дисс...канд. вет. н. – Москва, 2004 – С. 16.
25. Вракин, В. Ф. Практикум по анатомии и гистологии с основами цитологии и эмбриологии сельскохозяйственных животных / В. Ф. Вракин, М. В. Сидоров, В. П. Панов, А. Э. Семак // Учебное пособие. – 3е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2013. – 352с.
26. Габченко, А. К. Основные сосудистые системы сердца человека и их компенсаторно-приспособительное и резервно-заменительное значение / А. К. Габченко // Морфология. – 2004 – № 4 – С. 32.
27. Гайворонский, И. В. Анатомия дыхательной системы и сердца / И. В. Гайворонский, Г. И. Ничипорук // Учебное пособие, 4-ое изд-е, Санкт-Петербург: ЭЛБИ-СПб, 2010 – С. 48.
28. Герасименко, М. С. Сравнительная анатомия васкуляризации сердца животных: автореф. дисс...канд. вет. н. – Санкт-Петербург, 2005 – С.20.
29. Гиляров, М. С. Биологический энциклопедический словарь / М. С. Гиляров, А. А. Баев, Г. Г. Винберг // 2-е издание, Москва: Советская Энциклопедия, 1989. – С. 864.
30. Гланц, С. Медико-биологическая статистика. Пер. с англ. – Москва: Практика, 1998 – С. 459.

31. Горчаков, В.Н. Морфологические методы исследования сосудистого русла / В. Н. Горчаков Новосибирск: Изд-во СО РАМН, 1997. – 440 с.
32. Гуляева, А. С. Структурно-функциональные закономерности деполяризации желудочков сердца свиньи: диссер... канд. биол. н. – Сыктывкар, 2011 – С. 115.
33. Демус, Н. В. Морфометрические показатели и гистроструктура сердца и артериол кожи телок с разным типом автономной регуляции сердечного ритма / Н. В. Демус // Ученые записки УО ВГАВМ. – Витебск, 2014 – Том 50 № 2–1 – С. 148–150.
34. Добровольский, Г. А. Морфология сердца и лёгких в практическом аспекте / Г. А. Добровольский, Г. Ф. Андреева, О. А. Кривова // Морфология. – Санкт-Петербург, 1996. – С. 49.
35. Жеденов, В. Н. Легкие и сердца животных и человека / В. Н. Жеденов // Учебное пособие. – Москва: Издательство «Советская наука», 1954 – С. 202.
36. Жилин, Р. А. Морфологические параметры сердца диких кошачьих Приморского края: диссертация... канд. вет. н.: 06.02.01. – Уссурийск, 2017 – С. 147
37. Жилин, Р. А. Морфометрические параметры сердца амурского тигра в 5-месячном возрасте // Аграрный вестник Приморья. – Уссурийск, 2016 – № 2 – С. 5–9.
38. Завалеева, С. М. Сравнительная морфология миокарда позвоночных. Автореф. дисс...доктор биол. н. – Москва, 1996 – С. 35.
39. Завалеева, С. М. Морфология внутренних структур сердца обыкновенной лисицы / С. М. Завалеева, Е. Н. Чиркова // Вестник ОГУ. – Оренбург, 2007 – № 6 – С. 104–108.
40. Завалеева, С. М. Морфология сердца обыкновенного песца/ С. М. Завалеева, Е. Н. Чиркова// Вестник ОГУ. – Оренбург, 2013 –№ 10 (159) – С. 69–70.
41. Зеленовский, Н. В. Международная ветеринарная анатомическая номенклатура. Пятая редакция / Н. В. Зеленовский // – Санкт-Петербург: Лань, 2013 – С. 400.

42. Зеленовский, Н. В. Практикум по ветеринарной анатомии, Т.2 Спланхнология и ангиология / Н. В. Зеленовский, М. В. Щипакин – Санкт–Петербург: изд–во «ИКЦ», 2014. – С. 160.
43. Зеленовский, Н. В. Анатомия собаки / Н. В. Зеленовский, К. В. Племяшов, М. В. Щипакин, К. Н. Зеленовский // Учебное пособие. – Санкт–Петербург: Изд–во «Информационно–консалтинговый центр», 2015 – С. 267.
44. Зеленовский, Н. В. Рентгенография сердца, аорты и ее ветвей кошки сиамской породы / Н. В. Зеленовский, М. В. Щипакин, К. Н. Зеленовский, А. В. Прусаков, С. В. Вирунен, Ю. Ю. Бартенева // Иппология и ветеринария – Санкт–Петербург, 2016 –№ 4(22) – С. 101–108.
45. Зеленовский, Н. В. Клиническая анатомия лошади / Н. В. Зеленовский, В. И. Соколов // Санкт–Петербург, 2001 – С. 405.
46. Зеленовский, Н. В. Практикум по ветеринарной анатомии. Том 2. Спланхнология и ангиология / Н. В. Зеленовский, А. А. Стекольников // Учебник для студентов высших учебных заведений. – Санкт–Петербург: издательство «Логос» 2006. – С. 320.
47. Зоткин, Д.А. Анатомия проводящей системы сердца / Д. А. Зоткин // Первая научно–практическая конф. «Внезапная смерть в молодом возрасте: факторы риска». Сб. тезисов. – Москва, 2019 – С. 50–54.
48. Калугин, И.И. Коза: породы, разведение, кормление, значение в хозяйстве, уход и наиболее распространенные болезни // Москва: Новая деревня, 1924 – С. 54.
49. Карпов, В.А. Проводящая система сердца / В. А. Карпов, А. В. Пряхин // Альманах молодой науки – 2012 – № 1 – С. 48.
50. Климов, А. Ф. Анатомия домашних животных / А. Ф. Климов, А. И. Акаевский // Учебное пособие. 8–е изд., стер. – Санкт–Петербург: Издательство «Лань», 2011 – С. 1040.
51. Комаров, А. В. Вскрытие и изучение сердца домашних животных / А. В. Комаров // Учебное пособие для студ. зооинж, и вет. фак. – Елгава, 1981 – С. 15.

52. Константинов, В. М. Сравнительная анатомия позвоночных животных / В. М. Константинов, С. П. Шаталова // Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – Москва: Изд. центр «Академия», 2005 – С. 304.

53. Кручина, Т. К. Проводящая система сердца у детей: структурные особенности и роль в формировании нарушений ритма сердца / Т. К. Кручина, Е. С. Васичкина, Д. Ф. Егоров, Б. А. Татарский // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – Санкт–Петербург, 2011 – № 6 – С. 30–32.

54. Куга, С. А. Анатомическая характеристика лёгких и сердца у разных представителей семейства собачьих / С. А. Куга // Иппология и ветеринария. – Санкт–Петербург, 2012 – № 2(4) – С. 68–69.

55. Кудряшов, А. А. Патологоанатомическое вскрытие трупов животных. Ч.2 / А. А. Кудряшов // Ветеринарная практика. – 2005. –№ 1(28). – С. 33–37.

56. Кульчицкий, К. И. Новые рентгеноконтрастные массы и применение их при рентгенографии на бумагу/ К. И. Кульчицкий, Л. В. Кайсевич, И. Д. Бульда // Арх.анат. – 1983. – Т.84 (6) – С.81–86.

57. Кэмм, Д. А. Болезни сердца и сосудов / Д. А. Кэмм, Т. Ф. Люшер, П. В. Серруис // Руководство Европейского общества кардиологов. – Москва: ГЭОТАР медиа, 2011 – С. 1480.

58. Лакин, Г.Ф. Биометрия. – Москва: Высшая школа, 1990 – С. 352.

59. Лапина, Т. И. Морфологическая характеристика проводящей системы сердца овец в пренатальном онтогенезе / Т. И. Лапина, И. А. Белозерова // Морфология. – Санкт–Петербург, 2014 – № 3 – С. 113–113.

60. Лемещенко, В. В. Динамика тканевых компонентов миокарда у ягнят молочного периода онтогенеза / В. В. Лемещенко, И. А. Филонова // Вестник КрасГАУ, 2020. № 12. С. 48-52. № 8 (161). С. 101-107.

61. Лемещенко, В. В. Особенности топографии сердца новорожденных ягнят / В. В. Лемещенко, Р. А. Филонов, И. А. Филонова // Морфология. 2019. Т. 155. № 2. С. 175.

62. Лемещенко, В. В. Структурная незавершенность рельефа камер сердца у ягнят / В. В. Лемещенко, И. А. Филонова, Р. А. Филонов // Известие сельскохозяйственной науки тавриды. – Крым, 2019 – № 18(181) – С. 6–8.

63. Лобко, П. И. Микроскопическая анатомия мясистых трабекул, сосочковых мышц и сухожильных хорд желудочков сердца человека / П. И. Лобко, А. Р. Ромбальская // Клінічна анатомія та оперативна хірургія. Чернівці, 2010 – Том 9, № 1 – С. 60–63.

64. Малофеев, Ю. М. Морфология сердца маралов и пятнистых оленей в онтогенезе: автореф. дисс... док. вет. н. – Оренбург, 1988 – С. 24.

65. Мусабаева, Л. Л. Сравнительные аспекты морфологии сердца и легких зайца–русака и кролика домашнего (молочный возрастной период) / Л. Л. Мусабаева, М. С. Сеитов, Т. Ю. Паршина // Альманах молодой науки. – Оренбург, 2017. – № 4 – С. 32–33.

66. Мусубаева Л. Л. Морфометрия сердца кролика домашнего / Л. Л. Мусубаева, Т. Ю. Паршина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, 2017 – № 3(65) – С. 239–242.

67. Назарова, Д. И. Формообразование сердца в филогенезе: автореф. дисс... канд. биол. н. – Тернополь, 2010 – С. 22.

68. Нурушев, М. Ж. Возрастная биология козы / М. Ж. Нурушев, Б. П. Шевченко, М. М. Омаров // Монография – Кокшетау, 2010 – С. 242– 252.

69. Ожогина, М. В. Особенности строения и васкуляризации сердца у домашней собаки и пушных зверей клеточного содержания / М. В. Ожогина // Омский научный вестник. – Омск, 2006 – № 5(39) – С. 142–145.

70. Плохинский, Н. А. Биометрия / Н. А. Плохинский // 2–е издание – Москва: Изд–во МГУ, 1970 – С. 367.

71. Подковыров Я. Т. Весовые изменения отделов сердца крупного рогатого скота в онтогенезе / Я. Т. Подковыров // Матер, научно–методической конф. анат., гистол, и эмбриол. с\х. вузов. – Москва, 1963 – Вып. 1 – С. 165 – 166.

72. Поманская, Е. В. Особенности препарирования сердца / Е. В. Поманская // Морфология. – Санкт–Петербург, 2008 – Том 133, № 2 – С. 108.

73. Прусаков А. В. Особенности хода и ветвления коронарных артерий сердца среднеазиатской овчарки / А. В. Прусаков, М. В. Щипакин, Ю. Ю. Бартенева, С. В. Вирунен, Д. С. Былинская // Иппология и ветеринария – Санкт–Петербург, 2015 –№ 2(16) – С. 100–104.

74. Прусаков, А. В. Система коронарных артерий хохлатого дикобраза / А. В. Прусаков, Н. В. Зеленевский, М. В. Щипакин, С. В. Вирунен, Ю. Ю. Бартенева // Иппология и ветеринария – Санкт–Петербург, 2017 – № 1(23) – С. 90–94.

75. Прусаков, А. В. Основные методики изучения артериальной системы, применяемые на кафедре анатомии животных ФГБОУ ВО СПбГАВМ / А. В. Прусаков, М. В. Щипакин, С. В. Вирунен, Ю. Ю. Бартенева, Д. В. Васильев // Вопросы нормативно–правового регулирования в ветеринарии. – Санкт–Петербург, 2016 – № 4 – С.255–259.

76. Распутина, О. В. Анатомические особенности сердца лабораторного минисибса / О. В. Распутина, Д. А. Кузнецова // Молодой ученый – Казань, 2016 – № 6(110) – С. 91–94.

77. Ромер, А. Анатомия позвоночных /А. Ромер, Т. Парсонс // Учебное пособие. – Москва: Мир, 1995 – Том 1 – С. 184– 187.

78. Русаков, Д. Ю. Исчерченная сердечная мышечная ткань в стенках полых и легочных вен: диссер...канд. мед. н. – Самара, 2015 – С. 20.

79. Семченко, В. В. Международная гистологическая номенклатура / В. В. Семченко, Р. П. Самусев // 3–е изд. – Омск, 1999. – С. 156.

80. Сергеев, Д. Б. Особенности результатов эхокардиографии у служебных собак / Д. Б. Сергеев, С. П. Ковалев, А. Г. Овсянников // Вопросы нормативно–правового регулирования в ветеринарии. – 2019. –№ 3. – С. 126–128.

81. Сергеев, Д. Б. Результаты скринингового исследования сердца у служебных собак / Д. Б. Сергеев, С. П. Ковалев // Сборник 3–ей национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием «Теория и практика современной аграрной науки» – Новосибирск, 2020. – С. 615–618.

82. Способ изготовления просветленных атомических препаратов / Н. В. Зеленевский // Рацианализаторское предложение. Удостоверение 16 от 18.11.85.

83. Способ изготовления рентгеноконтрастной массы для вазорентгенографии при посмертных исследованиях животных / М. В. Щипакин, А. В. Прусаков, Д. С. Былинская, С. А. Куга // № 2013117666/13(026115) от 16.04.2013.

84. Тайгузин, Р. Ш. Сравнительная и возрастная оценка сердца домашних животных / Р. Ш. Тайгузин, С. М. Завалеева// – Оренбург, 2000 – С. 38.

85. Тайгузин, Р. Ш. Возрастная и сравнительная морфология внутренних структур сердца млекопитающих: Автореф. дисс... канд. вет. н. – Омск, 1998 – С. 30.

86. Тарасевич, В. Н., Рядинская, Н. И. Анатомо–топографические особенности сердца байкальской нерпы / В. Н. Тарасевич, Н. И. Рядинская // Иппология и ветеринария. – Санкт–Петербург, 2020 – № 1(35) – С. 115–116.

87. Тарасевич, В. Н., Рядинская, Н. И. Особенности артериального кровоснабжения сердца у байкальской нерпы/ В. Н. Тарасевич, Н. И. Рядинская // Вестник ИрГСХА, 2020. – № 97. – С. 145-154.

88. Тарасевич, В. Н., Рядинская, Н. И. Особенности морфологии полулунных клапанов сердца байкальской нерпы / В. Н. Тарасевич, Н. И. Рядинская // Вестник ИрГСХА, 2020. – № 98. – С. 111-119.

89. Тарасевич, В. Н., Рядинская, Н. И. Особенности строения трехстворчатого клапана сердца у байкальской нерпы / В. Н. Тарасевич, Н. И. Рядинская // Морфология, 2020. – Т. 157. – № 2-3. – С. 208.

90. Торшков, А. А. Возрастная морфология внутренних структур сердца свиньи: диссер... канд. биол. н. – Оренбург, 2002 – С. 181.

91. Торшков, А. А. Возрастные особенности полулунных клапанов крупного рогатого скота и свиньи / А. А. Торшков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, 2006 – № 9–1. – Том 1 – С. 89–91.

92. Турицына, Е. Г. Анатомия животных. Интегральные системы организма / Е. Г. Турицына // Практикум по анатомии животных. – Красноярск.: Издательство «Красноярский гос. аграрный университет», 2019 – С. 327.

93. Фольмерхаус, Б. Анатомия собаки и кошки / Б. Фольмерхаус и др. // пер. с нем. Е. Болдырева, И. Кравец. – Москва: Изд-во «АКВАРИУМ БУК», 2003 – С. 580.

94. Фоменко, Л. В. Источники венозного оттока от сердца утки пекинской / Л. В. Фоменко, И. Г. Цускман, Л. В. Степанова // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2017. № 3 (44). С. 100-106.

95. Фоменко, Л. В. Особенности строения предсердий и желудочков сердца утки пекинской / Л. В. Фоменко, И. Г. Цускман // Вестник КрасГАУ. 2015. № 4 (103). С. 134-137.

96. 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.

97. 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.

98. 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.

99. 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.

100. 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.

101. 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.

102. 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.

103. 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.

104. 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.

105. 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.

106. 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.

107. 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.

108. 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.

109. 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 сельского хозяйства РФ, почетного работника ВПО РФ, лауреата государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Любимова Александра Ивановича. В 2–х томах. – Ижевск, 2020. – С. 324–325.

110. Хильманович, Е. Н. Особенности проводящей системы сердца человека / Е. Н. Хильманович, Е. Ч. Данилецкая, Е. С. Околокулак // Весенние анатомические чтения: сб. ст. науч.–практ. конф., посвященной памяти доц. Д. Д. Смирнова. – Гродно, 2017 – С. 201–203.

111. Хонин, Г. А. К технике изготовления коррозионных препаратов // Изготовление наглядных пособий по биологии / Т. Г. Алексеева, Е. В. Иванов, Л. Н. Овчинникова, Г. А. Хонин // Сб. науч. тр. / Ом. пед. ин–т. – Омск, 1978 – С. 1–2.

112. Хохлова, С. Н. Морфология иннервации сердца кролика / С. Н. Хохлова, М. А. Богданова, А. А. Мухитов // Мат–лы нац. научно–практ. конф. «Наука в современных условиях: от идеи до внедрения» – Димитровград, 2018 – Том 1 – С. 187–189.

113. Хрусталева И. В. Анатомия домашних животных / И. В. Хрусталева, Н. В. Михайлов, Я. И. Шнейберг // Учебное пособие 3–е изд. испр. – Москва: КолосС, 2002 – С. 704.

114. Цускман, И. Г. Особенности строения сердца и его васкуляризации у курицы, утки и гуся: диссер... канд. вет. н. – Омск, 2015 – С. 199.

115. Чаплыгина, Е. В. Вариантная анатомия артерий и вен сердца / Е. В. Чаплыгина, О. А. Каплунова, М. П. Варегин, А. В. Евтушенко, А. А. Корниенко, Н. А. Корниенко, С. С. Муканян // Журнал фундаментальной медицины и биологии – Ростов–на–Дону, 2013 № 3 – С. 50.

116. Чиркова, Е. Н. Морфологические особенности строения легких и сердца ночницы брандта / Е. Н. Чиркова, С. М. Завалеева, Н. Н. Садыкова, П. В. Чернопрудова // Вестник Оренбургского государственного университета. – Оренбург, 2017 –№ 6 (206) – С. 90–91.

117. Чумаков, В. Ю. Структурная организация стенки лимфангонов некоторых органов овцы / В. Ю. Чумаков, Е. Ю. Складнева, А. Е. Медкова // Современные наук омские технологии, 2004 – № 2. – С. 6-7.

118. Чумаков, В.Ю., Чумакова, Е.Д. Контрастные средства для наливки сосудов // Авт. св.№ 1676630.1991.

119. Шишова, В.И. Артериализация сердца ягнят и овец / В. И. Шишова // Тр. Бурятского СХИ, 1961 – Вып. XVI – С. 55–61.

120. Щипакин, М. В. Васкуляризация сердца овцы романовской породы / М. В. Щипакин, А. В. Прусаков, Д. С. Былинская, С. В. Вирунен, С. А. Куга // Вопросы нормативно–правового регулирования в ветеринарии – Санкт–Петербург, ФГБОУ ВО «СПбГАВМ», 2015 – № 4 – С. 233–235.

121. Щипакин, М. В. Методика изготовления коррозионных препаратов с применением стоматологических пластмасс / М. В. Щипакин, С. В. Вирунен, В. В. Скуба, Д. С. Былинская // Вестник полтавской державной академии. – Полтава, 2014 – № 1. – С. 65 – 67.

122. Юдичев, Ю. Ф. Анатомия животных: учебное пособие. В 2–х т. Т.1 / Ю. Ф. Юдичев, В. В. Дегтярев, Г. А. Хонин. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2013 – С. 298.

123. Якимов, А. А. Анатомическая характеристика перегородочно–краевой трабекулы правого желудочка сердца плода человека / А. А. Якимов // Морфология. – Санкт–Петербург, 2016 – Том 150 № 4 – С. 59–64.

124. Якимов, А. А. Особенности анатомии трабекулярно-папиллярного аппарата правого желудочка сердца в плодном периоде развития человека /А. А. Якимов // «Строение организма человека и животных в норме, патологии и эксперименте» Сб. науч. раб, посвященных 85–летию со дня рождения А.С. Леонтьюка. – Минск, 2017 – С. 212–217.

125. Якимов, А. А. Трабекул левожелудочковой поверхности межжелудочковой перегородки в сердце плода человека / А. А. Якимов // Морфология. – Санкт–Петербург, 2012 – Том 142 № 45 – С. 44–48.

126. Aerschot, I.V. Fetal Cardiac Interventions: Myths and Facts / I. V. Aerschot, J. Rosenblatt, Y. Boudjemline // Arch. Cardiovasc. Dis. – France, 2012 – Vol. 105, № 6–7 – P. 366–372.

127. Akers, R. – Anatomy and Physiology of Domestic Animals (2nd edition) / R. Akers. – USA: Wiley, 2014. – P. 684.

128. Aksoy, G. Morphology of the venous system of the heart in the van cat / G. Aksoy, H. Karadag, Z. Ozudorgu // Anatomia. Histologia. Embryologia. – USA, 2003 – Vol. 32 – С. 129–133.

129. Ali, M. R. Ventricular myocardial sheet / M. R. Ali, S. A. Rashed // Al–Kindy College Medical Journal. – Irak, 2018 – Vol.14 (1) – P. 50–57.

130. Allouch, G. M. Ventricular myocardial architectural of the heart in sheep / G. M. Allouch // International journal of food, agriculture and veterinary sciences. – India, 2015 – Vol. 5 (2) – P. 20–27.

131. Anderson, R. H. Normal Cardiac Anatomy/ R. H. Anderson, A.C. Cook, A. M. Hlavacek, H. Muresian, D. E. Spicer // Pediatric and Congenital Cardiology, Cardiac Sugery and Intensive Care. – London: «Springer», 2004 – P. 17–46.

132. Anderson, R. H. The anatomy of the conduction system implications for the clinical cardiologist/ R. H. Anderson, M.R. Boyett, H. Dobrzynski, Antoon F.M. Moorman// Journal of cardiovasc. Trans. Res. – New York. 2013 – Vol. 6 – P. 187–196.

133. Anderson, R. H. Wilcox’s Surgical Anatomy of the Heart / R. H. Anderson, D. E. Spicer, A. M. Hlavacek, A. C. Cook, C. L. Bacler // 4th edition. – UK: «Cambridge University Press», 2013 – P. 382.

134. Ansari, A. Distribution of the Purkinje Fibres in the sheep heart / A. Ansari, S.Y. Ho, R. H. Anderson // *The anatomical record.* – UK, 1999 – Vol. 254 – P. 92–97.
135. Ateş, S. Morphology of the atrioventricular valves and related intraventricular structures in the wild pig / S. Ateş, E. Karakurum, L. Takci, F. Başak, I. Kürtül// *Folia Morphol.* – Turkey, 2017 – Vol. 76 (4) – P. 650–659.
136. Atmaca, N. Some electrocardiographic values of Angora goats/ N. Atmaca, Ö. Şimşek, B. Emre// *Ankara Üniv Vet Fak Derg.* – Turkey, 2014 – Vol. 61 – P. 15–19.
137. Barone, R. Comparative anatomy of domestic mammals: T. 5. Angiologie / R. Barone. –Paris: Éditions Vigot, 1996 – P. 904.
138. Barszcz, K. Morphology of coronary ostia in domestic shorthair cat/ K. Barszcz, M. Kupczynska, J. Kleckowska–Nawrot, M. Skibniewski, P. Janczyk // *Anatomia. Histologia. Embryologia.* – USA, 2015 – Vol. 45 – P. 81–87.
139. Barszcz, K. Topography of coronary arteries and their ramifications in the goat / K. Barszcz, O. Szalus–Jordanow, M. Czopowicz, M. Mickiewicz, A. Moroz, J. Kaba, M. Polgui, G. Wysiadecki, R. Haladaj, H. Purzyw–Orwaszer// *Biologia.* – Poland, 2019 – Vol. 74 – P. 683–689.
140. Berg, R. *Angewandte und Topographische Anatomie Der Haustiere* / R. Berg. – Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1973 – P.416.
141. Besoluk, K. Comparative macroanatomic investigations of the venous drainage of the heart in Akkaraman sheep and Angora goats/ K. Besoluk, S. Tipirdamaz // *Anatomia. Histologia. Embryologia.* – USA, 2001 – № 30 – P. 249–252.
142. Borgarelli, M. Anatomic, histologic, and two–dimensional echocardiographic evaluation of mitral valve anatomy in dogs / M. Borgarelli, M. Tursi, G. L. Rosa, P. Savarino, M. Galloni// *American journal of vet. research.* – USA, 2011 – Vol. 72 – P. 9.
143. Borges, T. R. J. Origin and distribution on the coronary arteries of boars/ T. R. J. Borges, L. de A. Ribieri, F. B. Romao, H. I. R. Magalhaes, M. M. Luz, J. B. Barcelos, L. A. dos Santos, F.C. e Silva// *Brazilian journal of vet. res. anim. sci.* – Brazil, 2018 – Vol. 55 (4) – P. 1–9.

144. Búll, M. L., Martins, M. R. F. B. Study of the arterial coronary circulation in the dog / M. L. Búll, M.R.F.B. Martins// Revista chilena de anatomia. – Temuco, 2002 – Vol. 20 (2)–P. 117–123.

145. Calkins, H. Anatomy of the left atrium and pulmonary veins / H. Calkins, S.Y. Ho, J. A. Cabrera, P. D. Bella, J. Farre, J. Kautzner, P. Tchou //Atrial Fibrillation Ablation: The State of the Art Based on the Venicechart International Consensus Document. – USA: Blackwell Publishing Ltd, 2008 – P. 1–10.

146. Cook, A. C. Sequential segmental analysis of the crocodilian heart / A. C. Cook, V. Tran, D. E. Spicer, Jafrin M. H. Rob, S. Sridharan, A. Taylor, R. H. Anderson, B. Jensen // Journal of anatomy. – UK, 2017 – Vol. 231 – P. 484–499.

147. Cope, L. A. Atypical chordae tendineae of the canine right atrioventricular valve / L. A. Cope // Anatomia. Histologia. Embryologia. – USA, 2016 – Vol. 45 – C. 485–489.

148. Cope, L. A. Morphological variation sinthecanineright ventricle trabecula septomarginalis dextraanda proposed classification scheme/ L. A. Cope// Anatomia. Histologia. Embryologia. – USA, 2016 – Vol. 45 – P. 437–442.

149. Cope, L. A. Morphology and Classification of right ventricular bands in the domestic dog/ L. A. Cope// Anatomia. Histologia. Embryologia. – USA, 2017 – Vol. 46 – P. 464–473.

150. Coutinho, L. N. Radiographic evaluation of cardiac silhouette using vertebral heart size method in squirrel monkey / L. N. Coutinho, M.B.S. Brito, A. A. Imbeloni, A. C. C. Lacreata Jr, F. Rech, M.P. Souto, I.R.A. Ataide // Journal Med Primatol. – Brazil, 2017 – Vol. 46 – P. 228–231.

151. Crick, S. J. Anatomy of the pig heart: comparisons with normal human cardiac structure / S.J. Crick, M. N. Sheppard, S.Y. Ho, L. Gebstein, R. H. Anderson // Journal Anatomy. – UK, 1998 – Vol 193 – P. 105–119.

152. Daimei, T. Difference between the left and right ventricular thickness in fetal heart / T. Daimei, D. Devi, V. Sinam // Journal of Dental and Medical Sciences. – 2014 – Vol. 13, Issue 4, Ver. I – P. 21–24.

153. Deniz, M. Morphologic study of left ventricular bands / M. Deniz, M. Kiliñ, E. S. Hatipoglu // *Surgery Radiology Anatomy*. – Turkey, 2004 – Vol. 26 – P. 230–234.

154. Dimitrov, R. Transthoracic two-dimensional ultrasonographic anatomical study of the heart in the rabbit/ R. Dimitrov, D. Vladova, K. Stamatova, D. Kostov, M. Stefanov // *Trakia journal of sciences*. – Bulgaria, 2011 – Vol. 9 (3) – P. 45–40.

155. Emam, M. A. Histological study on the heart ventricle of Egyptian bovines / M. A. Emam, B. Abugherin // *Open veterinary journal*. – Egypt, 2019 – Vol. 9 (4) – P. 281–286.

156. Endo, H. Ultrastructure of cardiac myocyte in the Asian elephant / H. Endo, K. Y. Tadasu, N. Suzuki, G. Suwa, K. Uetsuka, O. Hashimoto, M. Kurohmaru, Y. Hayashi // *Journal Vet. Med. Sci.* – Japan, 1995 – Vol. 57 (6) – P. 1035–1039.

157. Evans, H. E. *Miller's Anatomy of the Dog* / H. E. Evans // 3rd edition – Philadelphia: W.B. Saunders, 1993 – P. 586–601.

158. Fabian, A. Morphologic expression of the right coronary artery in horses. Comparative description with humans, pigs and other animal species / *Australian journal Vet Sci.* – Australia, 2017 – Vol. 49 – P. 161–166.

159. Ferrari, A.U. Aging and the cardiovascular system / A. U. Ferrari, A. Radaelli, M. Centota // *Journal of applied physiology*. – Vol. 95 – Italy, 2003 – P. 2591–2597.

160. Fletcher, T. F. *Veterinary developmental anatomy* / T. F. Fletcher, A. F. Weber // *Veterinary Embryology, Embryology classes notes*: available at <http://vanat.cvm.umn.edu/vanatpdf/EmbryoLectNotes.pdf> – 2013 – P. 82.

161. Frąckowiak, H. Coronary arteries of the roe deer / H. Frąckowiak, K. Jasiczak, K. Pluta, S. Godynicki // *Polish journal of Vet. Sciences*. – Poland, 2007 – Vol. 10 (2) – P. 105–108.

162. Frandson, R. D. *Anatomy and physiology of farm animals* / R.D. Frandson, W. L. Wilke, A. D. Fails // 7th edition. – Colorado: «Wiley–Blackwell», 2009 – P. 520.

163. Frewein, J. *Nomina Anatomica Veterinaria* / J. Frewein, R.E. Habel // 4th edition. – New York: Zurich and Jthaca, 1994 – P. 64.

164. Garcia–Bustos, V. Sequential segmental analysis of the crocodilian heart / V. Garcia–Bustos, R. Sebastian, M. Izquierdo, P. Molina, F.J. Chorro, A. Ruiz–Sauri // *Journal of anatomy*. – UK, 2017 – Vol. 230 – P. 664–678.

165. Genain, M. A. Comparative anatomy and angiography of the cardiac coronary venous system in four species: human, ovine, porcine, and canine / M. A. Genain, A. Morlet, M. Herrtage, C. Latremouille, F. Laborde, I. Behr, N. Borenstein // *Journal of veterinary cardiology*. – France, 2018 – Vol. 20 – P. 33–44.

166. Ghazi, S. R. Coronary arterial anatomy of the one–humped camel / S. R. Ghazi, M. Tadjalli // *Veterinary Research Communications*. – Netherlands, 1993 – Vol. 17 – P. 163–170.

167. Ghonimi, W. Moderator Bands (Trabecula septomarginalis) of Mature Buffalo (*Bos bubalis* L.) with Special Emphasis on the Structure and Distribution of the Purkinje Cardiomyocytes / W. Ghonimi et al // *Histological and Histochemical. Cell Dev Biol*. – Egypt, 2015 – Vol. 4 – P.100–165.

168. Glock, Y. Les arteries du Coeur / Y. Glock, C. Vaishs, G. Fournial // *Rev. med*. – Toulouse, 1982 – Vol. 18. № 3 – P. 173–184.

169. Gough, W. B. The differences in atrioventricular conduction of premature beats in young and adult goats / W. B. Gough, E. N. Moore // *Circulation Research*. – 1975, Philadelphia – Vol. 37 – P. 48–58.

170. Greenwald, S.E. Ageing of the conduit arteries / S. E. Greenwald // *Journal of Pathology* – UK, 2007 – Vol. 211 – P. 167–172.

171. Gunnal, S. A. Study of Mitral Valve in Human Cadaveric Hearts/ S. A. Gunnal, M. S. Farooqui, R. N. Wabale // *Heart Views*. – India, 2012 – Vol.13 – P. 132–135.

172. Gussak, I. Electrical diseases of the heart / I. Gussak, C. Antzelevitch // 2nd edition, Vol. 1: Basic foundations and primary electrical diseases. – USA: «Springer», 2013 – P. 659.

173. Haligur, A. Morphological and Morphometric Investigation of the Musculus papillaris and Cordaetendineae of the Donkey/ A. Haligur, N. Dursun //

Journal of Animal and Veterinary Advances. – Pakistan, 2009 – № 8 – P. 72шести –
семи33.

174. Hara, Y. Development of the Heart Endocardium at an Early Stage of Chick Embryos Evaluated at Light– and Electron–Microscopic Levels / Y. Hara, K. Wake, K. Inoue, N. Kuroda, A. Sato, M. Inamatsu, C. Tateno, T. Sato // The anatomical record. – USA, 2016 – Vol. 299(8) – P. 1080–1089.

175. Ho, S. Y. Anatomy of the atrioventricular node and atrioventricular conduction system / S. Y. Ho, K. P. McCarthy, A. Ansari // International journal of bifurcation and chaos. – London, 2003 – Vol. 13 – P. 3665–3674.

176. Iaizzo, P. A. Handbook of cardiac anatomy, physiology, and devices. 6th part: Comparative Cardiac Anatomy / A.J. Hill, P. A. Iaizzo // 3rd edition. – Switzerland: Springer International Publishing, 2015 – P. 817.

177. Kawachima, T., Sato, F. Clarifying the anatomy of the atrioventricular node artery / T. Kawachima, F. Sato // International Journal of Cardiology. – 2018 – Vol. 269 – P. 158–164.

178. Kelley, L. L. Sectional Anatomy for Imaging Professionals / L. L. Kelley, C. Petersen // 3rd edition. – St. Louis: Elsevier Health Sciences, 2013 – P. 752.

179. Kilany, M.S. Histological and ultrastructural studies on the coronary artery of adult domestic dog / M. S. Kilany, S. A. El Sayed, H. F. Salem, R. R. Beheiry//Anatomia. Histologia. Embryologia. – USA, 2019 – Vol. 49 – P. 80–89.

180. Kitzman, D.W. Age–related changes in the anatomy of the normal human heart / D.W. Kitzman, W. D. Edwards // Journal of gerontology. – UK, 1990 – Vol. 45 – P. 33–39.

181. 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. T. 8. № 10. С. 1057–1059.

182. 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 – P. 11A16T.

183. König, H. E. Veterinary anatomy of domestic mammals / H. E. König, H. G. Libich// Textbook and colour atlas. – Germany: by Schattauer GmbH, 2004 – P. 681.
184. Kosiński, A. Septomarginal Trabecula and Anterior Papillary Muscle in Primate Hearts: Developmental Issues / A. Kosiński, M. Zajęzkowski, W. Kuta, D. Kozłowski, M. Szpinda, M. Grzybiak // Folia Morphol. – Poland, 2013 – Vol. 72 (3) – P. 202–209.
185. Kouchoukos, N. T. Barrat–Boyes cardiac surgery: morphology, diagnostic criteria, natural history, techniques, and indications / N. T. Kouchoukos, J. W. Kirklin// 4th edition. – USA, 2013– P. 2256.
186. Leão, C.R. Anatomy of the septomarginal trabecula in goat hearts/ C.R. Leão, D.L. Pacha, T. Cyriaco, C.D. Silva, N. Wafae, H.M.L. Pereira, C.R. Ruiz// Italian journal of anatomy and embryology. – Italia, 2010 – Vol. 115, Issue 3 – P. 229–234.
187. LeGrice, I. The architecture of the heart: myocyte organization and the cardiac extracellular matrix / I. LeGrice, A. Pope, B. Smaill // Developments in Cardiovascular Medicine. Part: Interstitial Fibrosis in Heart Failure. –USA, 2005 – Vol.253 – P. 3–21.
188. Lelovas, P. P. A comparative Anatomic and Physiologic Overview of the porcine heart / P. P. Lelovas, N.G. Kostomitsopoulos, T.T. Xanthos // J Am Assoc Lab Anim Sci. – Greece, 2014 – Vol. 53 (5) – P. 432–438.
189. Lima M., Gross Anatomy of the Heart in the Western Grey Kangaroo (*Macropus Filiginosus*) / M. Lima, V. Mendez, W. Perez // International Journal of Morphology. – Uruguay, 2009 – Vol. 27 – P. 1099–1104.
190. Mitrofanova, L. Sino–atrial node telocytes in the human heart. Morphological evidence for pacemaking and conduction properties // L. Mitrofanova, A. Gorshkov, P. Konovalov, Yu. Krylova, V. Polyalova, I. Kvetnoy// Russian Journal of Cardiology. – Russia, 2017 – Vol. 149 – P. 42–49.
191. Mohammadpour, A.A. Morphological study of the heart and os cordis in sheep and goat / A.A. Mohammadpour // Indian Veterinary journal. – India, 2007 – Vol. 84 – C. 284–287.

192. Moore, K.L. Essential Clinical Anatomy: third edition/ K.L. Moore, A.M. Agur. – Baltimore: LippincottWilliams&Wilkins, 2007 – P. 712.
193. Moorman, A.F.M. Development of the cardiac conduction system / A. F. M. Moorman, F. de Jong, M.M.F.J. Denyn, W.H. Lamers // Circulation Research. – Netherlands, 1998 – Vol. 82 – P. 629–644.
194. Muresianm, H. The Clinical Anatomy of the Right Ventricle // Clin. Anat. – USA, 2016 – Vol. 29 (3) – P. 380–398.
195. Nabipour, A. Anatomy and histology of the Atrio–ventricular Node of goats/ A. Nabipour // Journal of applied animal research. – India, 2002 – Vol. 22 (2) – P. 255–260.
196. Nabipour, A. Anatomy and histology of the Sinu–atrial Node of goats/ A. Nabipour, S. Khanzadi, G. H. Moradi // Journal of applied animal research. – India, 2000 – Vol. 18 (2) – P. 153–158.
197. Nabipour, A. and etc. Anatomy and histology of the Atrio–ventricular Bundle in the heart of goats / A. Nabipour, S. Khanzadi, M. Banihassan // Journal of applied animal research. – India, 2002 – Vol. 22 (1) – P. 75–80.
198. Nabipour, A., Safaei, H. Study on the Atrioventricular Conducting System in the heart / A. Nabipour, H. Safaei // Journal of applied animal research. – India, 2008 – Vol. 34 (2) – P. 169–172.
199. Nabipour, A., Shahabodini, M.R. Histological study of the Atrioventricular node and bundle in the heart of ovine fetus / A. Nabipour, M.R. Shahabodini // Iranian Journal of Veterinary Research. – Iran, 2007 – Vol. 8 (1) – P. 64–70.
200. Nascimento, S. R. R. Histological and anatomical variations of septomarginal trabecula in bovine hearts / S.R.R. Nascimento, C.R. Ruiz, S.U. de Oliva// Anatomia. Histologia. Embryologia. – USA, 2019 – Vol. 48 – P. 228–233.
201. Neto, J. L. P. Anatomical indicators of dominance between the coronary arteries in goats / J. L. P. Neto, C. E. S. Leao, T. H. M. Viera, A.K.M.S. Lopes, S.R.C. Viera, N. C. da Silva, G. C. Wafae, C.R. Ruiz, N. Wafae // Brazilian journal of vet. res. anim. sci. – Brazil, 2009 – Vol. 46 (1) – P. 48–53.

202. Nigri, G. R. Papillary Muscles and Tendinous Cords of the Right Ventricle of the Human Heart: Morphological Characteristics/G.R.Nigri, L.J.A. DiDio, C.A.C. Baptista // *Surg. Radiol. Anat* – Turkey, 2001 – Vol. 23(1) – P. 45–49.

203. Oh, I. Unsolved questions on the anatomy of the ventricular conduction system/ I. Oh, M. Cha, T. Lee, J. Seo, S. Oh// *Korean Circ J.* – Korea, 2018 – Vol. 48 (12) – P. 1081–1096.

204. Ozdemir, V. The right coronary artery is absent in the chinchilla/ V. Ozdemir, A. Bevik–Demirkan, I. Turkmenoglu // *Anatomia. Histologia. Embryologia.* – USA, 2008 – Vol. 37 – P. 114–117.

205. Perez, W. Brief description of the cardiac anatomy in a tiger/ W. Perez, M. Lima // *Veterinarian Medicina* – USA, 2007 – Vol. 52 – P. 83–86.

206. Perez, W. Gross anatomy of pampas deer mouth and pharynx / W. Perez, N. Vazquez, R. Ungerfeld // *Anatomia. Histologia. Embryologia.* – USA, 2017 – Vol. 46 – P. 195–203.

207. Perez, W. Gross anatomy of the heart of the alpaca / W. Perez, V. Mendez, N. Vazquez, M. Navarrete, H. E. König // *Anatomia. Histologia. Embryologia.* – USA, 2018 – № 47 – P. 110–118.

208. Raghavendra, A.Y. Anatomical study of the moderator band / A.Y. Raghavendra, Kavitha, A. Kumar, P. Tarvadi, C.R. Harsha // *Nitte University Journal of Health Science.* – India, 2013 – Vol. 3 (4) – P. 79–81.

209. Remme, C.A. The cardiac sodium channel displays differential distribution in the conduction system and transmural heterogeneity in the murine ventricular myocardium / C. A. Remme, A. O. Verkerk, W.M.H. Hoogaars, W.T.J. Aanhaanen, B.P. Scicluna, C. Annink, M.J.B. van den Hoff, A.A.M. Wilde, T.A.B. van Veen, M.W. Veldkamp, J.M.T. de Bakker, V.M. Christoffoles, C.R. Bezzina // *Basic Res Cardiol.* – Netherlands, 2009 – Vol. 104 – P. 511–522.

210. Sánchez–Quintana, D. Anatomy of cardiac nodes and atrioventricular specialized conduction system / D. Sánchez–Quintana, S.Y. Ho // *Rev Esp Cardiol.* – Spain, 2003 – Vol. 56(11) – P. 1085–1092.

211. Sherwood, L. Human physiology: from cells to systems / L. Sherwood // 9th revised. – USA: Cengage Learning, 2015 – P. 912.
212. Shimada, T. Functional morphology of the conduction system and the myocardium in the sheep heart as revealed by scanning and transmission electron microscopic analyses / T. Shimada, T. Noguchi, I. Asami. G.R. Campbell // Arch. histol. jap. – Japan, 1986 – Vol. 49 – P. 283–295.
213. Smodlaka, H. Macroscopic anatomy of the great vessels and structures associated with the heart of the ringed seal / H. Smodlaka, R.W. Henry, R.B. Reed // Anatomia. Histologia. Embryologia. –USA, 2009 – Vol. 38 – P. 161–168.
214. Soto, A., Henriquez, J. Características Morfológicas y Biométricas del Músculo Papilar Septal en Corazones de Individuos Chilenos / A. Soto, J. Henriquez // Int. J. Morphol. – Chile, 2011 – Vol. 29, № 3 – P. 711–715.
215. Spach, M.S. Electrical and anatomic study of the Purkinje system of the canine heart / M. S. Spach, S. N. Huang, C. R. Ayers // Am Heart J. – USA, 1963 – Vol. 65 – P. 664–673.
216. Tay, H. Identification of telocytes on the porcine heart / H. Tay, T. Vandecasteele, W. Van den Broeck // Anatomia. Histologia. Embryologia. – USA, 2017 – Vol. 46 – P. 519–527.
217. Temple, I.P., Inada, S. Connexins and the atrioventricular node / I. P. Temple, S. Inada // Heart Rhythm. – UK, 2013 – Vol. 10(2) – P. 297–304.
218. Weerd, J. H. The formation and function of the cardiac conduction system / J.H. van Weerd, V.M. Christoffels // The company of biologists. – Netherlands, 2016 – Vol. 143 – P. 197–210.
219. Wilke, W. L. Anatomy and physiology of farm animals / W. L. Wilke, A.D. Fails, R.D. Frandson // 7th edition. – Iowa: Wiley–Blackwell, 2009 – P. 520.
220. Xanthos, T. Anatomic variations of the cardiac valves and papillary muscles of the right heart / T. Xanthos, I. Dalivigkas, K.A. Ekmektzoglou // Italian Journal Anatomy and Embryology. – 2011 – № 116 (2) – P. 111–126.

221. Yoldaş, A. The distribution of the cardiac veins in the New Zeland White rabbits / A. Yoldaş, İ.H. Nur// Iranian journal of veterinary research. – Iran, 2012 – Vol. 14 (3) – P. 227–233.

222. Yuan, G. Macroanatomy of coronary arteries in Bactarian camel / G. Yuan, J. Ma, W. Ye, Z. Bai, J. Wang // Veterinary Research Communications. – China, 2009 – Vol. 33 – P. 367–377.

223. Zoll, P.M. Normal and pathological anatomy of the coronaries / P. M. Zoll // Tr. Am. Coll. Cardiology – USA, 1991 – Vol. 1 – P. 29–43.