



*На правах рукописи*

**Чиркова Елена Николаевна**

**МОРФОЛОГИЯ СЕРДЦА И ЕГО ВНУТРЕННИХ СТРУКТУР  
МЛЕКОПИТАЮЩИХ РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП**

16.00.02 – патология, онкология и морфология животных

**Автореферат**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

2009

Оренбург – 2009

Работа выполнена на кафедре общей биологии ГОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор  
**Завалеева Светлана Михайловна**

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор  
**Сейтов Марат Султанович**  
доктор биологических наук, профессор  
**Соловых Галина Николаевна**

Ведущая организация: ГОУ ВПО «Оренбургский государственный педагогический университет»

Защита состоится 20 февраля 2009 г. в 10<sup>00</sup> часов  
на заседании диссертационного совета ДМ 220.051.01 при ФГОУ ВПО  
«Оренбургский аграрный университет», по адресу: 460795, г.Оренбург, ул.  
Челюскинцев, 18, факс (353-2) 77-23-50, <http://www.orensau.ru>

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГОУ ВПО  
«Оренбургский государственный аграрный университет».

Автореферат разослан 16 января 2009 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор биологических наук, профессор



Р.Ш. Тайгузин

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**1.1 Актуальность темы.** Изучению морфологии сердца уделяли внимание исследователи самых разных направлений и школ. Организм постоянно нуждается в нормальной деятельности сердца, отвечая на влияние внешней среды, которая преобразовывает все органы в ходе исторического развития (Павлов И.П., 1940). Сердце животных и человека может приспосабливаться и изменяться в зависимости от образа жизни и общей нагрузки на организм. Изменчивость сердца представляет не только общебиологический интерес, но имеет определенное значение в раскрытии физиологических процессов, развивающихся в нем, в зависимости от условий окружающей среды.

Исследованиям морфологии сердца, его сравнительным и возрастным особенностям у различных видов животных и у человека посвящено множество работ: В.Н. Жеденов (1941, 1947, 1958, 1961); Я.Т. Подковыров (1965, 1972); С.Н. Боголюбский (1968, 1975); Ю.Ф. Юдичев (1985); К. Бердонгаров (1987); Ю.М. Малофеев (1988); Г.М. Удовин (1989, 1990, 1991); Р.Ш. Тайгузин, С.М. Завалеева, (1991); С.М. Завалеева (1996); Р.Ш. Тайгузин (2000); А.И. Вишняков (2000); А.А. Торшков (2000); Б.П. Шевченко (2003); А.Р. Ромбальская (2008); А.А. Якимов (2008); Е.В. Поманская (2008); А.К. Габченко, Р.Р. Мартышева (2008); В.В. Соколов (2008) и др.

Однако, многие вопросы по макро-микростроению сердца у млекопитающих разных уровней организации, в том числе по адапционным реакциям на воздействия окружающей среды, полностью не раскрыты. Мало уделялось внимания изучению морфологии отдельных структур сердца, которые функционально взаимодействуя между собой, формируют определенные механизмы, участвующие в регуляции кровотока (Тайгузин Р.Ш., 1998). При анализе данных отечественной и зарубежной литературы, выяснились не только недостаточность сведений в строении, морфологических взаимосвязях, адапционных изменениях внутренних структур, участвующих в механизме работы сердца, но и отсутствие количественных данных о них, без чего всякая интерпретация затруднена. Следовательно, глубокое и всестороннее изучение строения и функциональной деятельности сердца, особенно в свете адапционных преобразований, является актуальным, представляет исключительный интерес для биологии, ветеринарии, медицины и обоснованно определило выбор направления наших исследований.

**1.2 Цель и задачи исследований.** Целью работы является изучение особенностей строения сердца и его внутренних структур у млекопитающих разных экологических групп.

Для достижения намеченной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Определить анатомические особенности строения сердца у представителей разных классов, отрядов и видов позвоночных животных.
2. Установить особенности морфологии внутренних структур сердца.
3. Дать характеристику строения клапанного аппарата сердца.
4. Изучить строение и расположение трабекул у исследуемых видов.
5. Установить общие закономерности строения сердца, характерные для каждой экологической группы животных.

**1.3 Научная новизна работы и ценность** заключаются в том, что, впервые подробно, на большом количестве материала с применением комплекса морфологических методик изучены внутренние структуры сердца разных млекопитающих, и установлены их видовые особенности. Дано описание структур клапанного аппарата. Подтверждено наличие сосково-трабекулярного комплекса сердца.

**1.4 Теоретическая и практическая значимость.** Результаты исследования расширяют и дополняют сведения по морфологии сердца и его внутренних структур. Установленные новые данные о типах сердец, об особенностях строения внутренней поверхности сердца и клапанного аппарата, вносят дополнение и уточнения в соответствующие разделы анатомии, зоологии и сравнительную анатомию. Они могут быть использованы ветеринарными врачами, специалистами медицинских и биологических лабораторий и физиологами – экспериментаторами при проведении опытов на животных, а также учеными при написании учебников и учебных пособий. Особенности внутреннего строения сердца животных, относящихся к разным экологическим группам, могут учитываться при создании универсальной модели сердца.

**1.5 Реализация результатов исследования.** Полученные новые сведения по строению сердца некоторых позвоночных животных используются в учебном процессе и при проведении научно-исследовательской работы на кафедре технологии переработки молока и мяса и на кафедре общей биологии в ГОУ ВПО «Оренбургский государственный университет».

**1.6 Апробация работы.** Основные материалы диссертационной работы изложены, обсуждены и одобрены на Российской научно-практической конференции «Проблемы устойчивости биоресурсов: теория и практика», посвященной 50-летию освоения целинных земель, Оренбург (2004), 10-й Пущинской школе-конференции молодых ученых посвященной 50-летию Пущинского научного центра РАН, Пущино (2006), III международной научной конференции «Биоразнообразие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий», Оренбург (2006), I Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Молодые ученые в реализации приоритетного национального проекта «Развитие АПК», УФА (2006), Всероссийской конференции молодых ученых «Экология в современном мире: взгляд научной молодежи», Улан-Уде (2007) и в журнале «Вестник Оренбургского Государственного Университета», Оренбург (2007).

**1.7 Публикация результатов исследования.** Основные положения диссертации изложены в шести работах, опубликованных в материалах научно-практических конференций и в тематических сборниках.

**1.8 Основные положения выносимые на защиту:**

1. Морфометрические данные по форме, массе сердца и сердечному индексу млекопитающих.
2. Особенности строения внутренних структур сердца у животных разных экологических групп.
3. Адаптационные изменения строения сердца животных в связи со средой их обитания.

**1.9 Объем и структура диссертации.** Диссертация включает следующие разделы: введение, обзор литературы, собственные исследования, обсуждение полученных результатов, выводы, практические рекомендации, список литературы, который содержит 179 отечественных источников и 44 зарубежных авторов. Работа изложена на 165 страницах компьютерного набора, иллюстрирована 56 рисунками, 58 таблицами.

## **2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Источником исследования служили сердца физиологически зрелых млекопитающих (самцов). В таблице 1 представлены сведения по использованному материалу.

Данная таблица составлена по общепринятой классификации (Соколов В.Е., 1989) с использованием пятиязычного словаря названий животных (Решетникова Ю.С., Котляр А.Н., Расс Т.С. и др., 1989).

Выбор животного производился с учетом принадлежности вида к разным экологическим группам. Определяли видовую принадлежность по Б.А. Кузнецову, (1975); Г.Г. Абрикосову, А.Г. Банникову, Э.Г. Беккер, (1961); К.А. Юдину, (1974); Е.К. Тимофеевой (1985); Б.С. Юдину (1989); И.М. Олигер (1991).

Возраст домашних животных и грызунов определяли по степени изношенности зубов (Корневен Ш., 1932, Наумов Н.И., 1936) и по длине и массе тела (Дубровский Ю.А., 1965); хищников – по особенностям структуры корней коренных зубов (Смирнов В.С., 1960); насекомоядных по длине и массе тела (Бекенов А.В., Бутовский П.М., Касабеков Б.Б. и др., 1985) зайцев по бугорку на переднем конце локтевой кости (Груздев В.В., 1974), косули – со слов охотников; диких животных по длине и массе тела.

Для сбора материала применяли отлов, отстрел с последующим усыплением или моментальной декапитацией, что зависело от вида животного (Целарриус Ю.Г., Ерисковская Н.К., 1979). Исследование начиналось с определения пола, возраста и снятия параметров (масса и длина тела).

С учетом рекомендаций по методам количественного анализа в биологии (Рокицкий П.Ф., 1973; Петухов В.Л., Жигачев А.И., Назарова Г.А., 1985; Лакин Г.Ф., 1990; Песенко Ю.А., 1982); исследовано пять животных каждого вида (авторами предложено от трех и выше).

Методами препарирования и морфометрии (Садовский Н.В., 1981; Поманская Е.В., 2008) изучена морфология внутренней поверхности сердца, его отдельных структур, формирующих сосково-трабекулярный комплекс и клапанный аппарат сердца животных разных экологических групп.

Сердце извлекалось вместе с околосердечной сумкой. После взвешивания околосердечная сумка удалялась, обрезались сосуды сердца: аорта и легочная артерия – по свободному краю створок полулунных клапанов, а легочные, краниальная и каудальная полые вены – на расстоянии 5 мм от предсердий. Подготовленный таким способом препарат, после освобождения от сгустков крови, взвешивался. После установления размеров сердца проводились измерения длины сердца – от места отхождения аорты до верхушки и ширины – расстояния между боковыми поверхностями сердца на уровне оснований желудочков, а также толщины – наибольший переднезадний размер, обычно на уровне основания желудочков (Жеденов В.Н., 1961).

Таблица 1

| №<br>п/п | Отряд                       | Семейство                     | Род, вид                                        | Количество исследованных препаратов |                         |                      |
|----------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------------|
|          |                             |                               |                                                 | 5                                   | 6                       | 7                    |
|          |                             |                               |                                                 | метод<br>визиографии                | метод<br>препарирования | метод<br>морфометрии |
| 1        | Рукокрылые<br>Chiroptera    | Кожановые<br>Vespertilionidae | Рыжая вечерница<br>Nyctalus noctula             | 5                                   | 5                       | 5                    |
| 2        | Зайцеобразные<br>Lagomorpha | Зайцев<br>Leporidae           | Заяц-русак<br>Lepus europaeus                   | 5                                   | 5                       | 5                    |
| 3        |                             |                               | Кролик домашний<br>Oructolagus                  | 5                                   | 5                       | 5                    |
| 4        | Грызуны<br>Rodentia         | Хомяковые<br>Cricetidae       | Обыкновенная<br>слепушонка<br>Ellobius talpinus | 5                                   | 5                       | 5                    |
| 5        |                             | Бобров<br>Castoridae          | Обыкновенный<br>бобр<br>Castor fiber            | 5                                   | 5                       | 5                    |

| 1  | 2                             | 3                  | 4                                         | 5  | 6  | 7  |
|----|-------------------------------|--------------------|-------------------------------------------|----|----|----|
| 6  | Хищные<br>Carnivora           | Собак<br>Canidae   | Обыкновенная<br>лисица<br>Vulpes vulpes   | 5  | 5  | 5  |
| 7  |                               |                    | Волк серый<br>Canis lupus                 | 3  | 3  | 3  |
| 8  |                               |                    | Собака домашняя<br>Canis familiaris       | 5  | 5  | 5  |
| 9  |                               | Кошачьи<br>Felidae | Кошка домашняя<br>Felis catus             | 5  | 5  | 5  |
| 10 |                               | Куны<br>Mustelidea | Обыкновенный<br>барсук<br>Meles meles     | 5  | 5  | 5  |
| 11 | Парнокопытные<br>Artiodactyla | Оленей<br>Cervidae | Косуля европейская<br>Capreolus capreolus | 3  | 3  | 3  |
| 12 | Итого: 5                      | 8                  | 11                                        | 51 | 51 | 51 |

Используя полученные данные, определяли форму сердца методом визиографии с определением индекса (отношение ширины органа к длине  $\times 100\%$ ). При индексе до 65% форму сердца считали конусовидной, от 65% до 75% - эллипсовидной, и более 75% - шаровидной (Бабиц И.И., 1988). Разрез сердца производили по В.Н. Жеденову (1961), при котором после кругового разреза предсердия по отвесной продольной линии через атриовентрикулярное отверстие рассекалась и стенка желудочка. Толщина стенки каждого предсердия измерялась в определенном участке дорсального и каудального отделов ушек. В правом желудочке разрез проходил между обоими пристеночными створками предсердно-желудочкового клапана. В левом желудочке – у переднего края каудальной створки предсердно-желудочкового клапана к верхушке непосредственно между сосковыми мышцами. После вскрытия определялись количество, топография, размеры и наличие индивидуальных особенностей гребешковых мышц, трабекул, сосковых мышц, сухожильных струн, створок, наджелудочкового гребня. Размеры анатомических образований измеряли штангенциркулем с ценой деления 0,05 мм. Также определялось количество структур и фиксировалось в таблицах.

Работа с мелкими объектами осуществлялась методом макро-микроскопического исследования по В.П. Воробьеву (1958), включающим в себя препаровку под бинокулярной лупой или под микроскопом Микромед - 1, при помощи препаровальных игл.

Фотосъемка проводилась цифровым фотоаппаратом Konica Minolta G 530. Фотографии обработаны на компьютере с помощью программы Photoshop CS3.

Цифровой материал, полученный в процессе исследования, обработан при помощи программы электронных таблиц Excel корпорации Microsoft и сведен в таблицы.

Названия анатомических структур и образований приведены в соответствии с международной ветеринарной номенклатурой (Удовин Г.М., 1980; N.H.V., 1994).

### **3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

#### **3.1 Форма и размеры сердца млекопитающих разных экологических групп**

Особенности сердца мы изучали, руководствуясь принципами эволюционной морфологии, сочетая комплекс морфологических методов, характеризующих работу сердца, что позволило расширить имеющиеся сведения по структурной эволюции сердца, дополнить их новыми данными по видам животных, ранее не изученных, и имеет общебиологический интерес.

Масса сердца животного зависит от вида, породы, пола и от образа жизни. В исследованных экологических группах значения абсолютной и относительной массы сердца варьирует (Рис. 1).

Абсолютная масса с увеличением массы тела значительно возрастает. У мелких животных относительная масса сердца выше, чем у крупных, что безусловно, связано с напряженностью метаболизма, потребностью в кислороде и с частотой сокращения сердца.

Разные внешние условия оказывают влияние на морфологию и работу сердца. К экологической группе летающих млекопитающих относятся летучие мыши, характеризующиеся резко отличительным, от других животных, образом жизни. Сердце



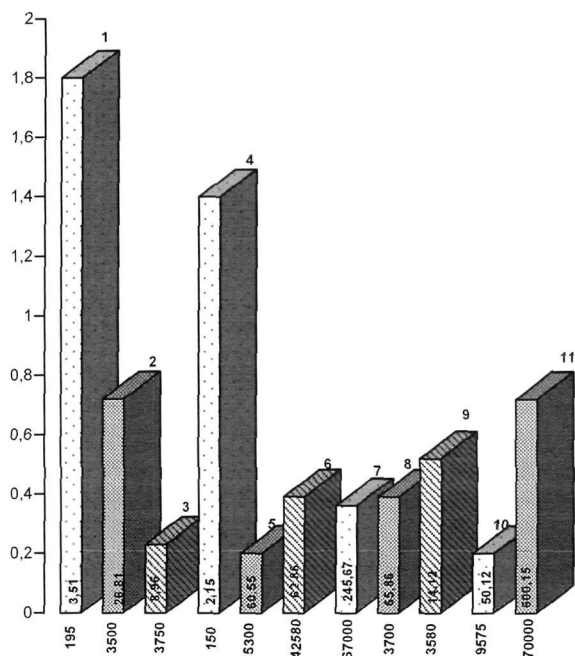


Рис. 1. OY – относительная масса сердца, % ; OX – абсолютная масса сердца и масса тела, 1-11 – виды животных п/п (таб.1)

летучей мыши относительно наиболее крупное, что вероятно, обусловлено огромной затратой энергии при полете. Встречается два конституциональных типа сердца: эллипсовидный (30%) и эллипсовидный суженный (70%) (Рис. 2). Ушки развиты хорошо, мало отличаются по размерам. Сердечный индекс составляет – 1,9%.

В работах А.П. Кузякина (1950) показано, что летучие мыши бодрствуют только небольшую часть своей жизни, все же остальное время проводят во сне. Являясь гетеротермными животными, они резко снижают температуру тела во время пребывания в холодных пещерах (где они отдыхают), что сопровождается замедлением сердечных сокращений. На примере летучих мышей видно, что размеры сердца определяются не средней его работой на протяжении года, а максимальной нагрузкой в период активной жизнедеятельности животных.

Экологическая группа наземных животных наиболее обширная. В пределах данной группы выделяются две подгруппы: лесных зверей и зверей открытых местообитаний. К последней группе относится заяц. По сравнению с кроликом сердце зайца крупное и мощное и заполняет всю переднюю часть грудной полости.

Экспериментально и на сравнительном материале диких и домашних животных установлено влияние двигательной активности на размеры сердца. Если в эксперименте подвергнуть мышей тренировке в течение длительного времени, то масса сердца

увеличивается на 6% (Черный С.И., 1949). Приведенные данные полностью подтверждают и наши наблюдения у диких и домашних животных: подвижные виды имеют крупное сердце, малоподвижные – маленькое.



Рис. 2. Конституциональные типы сердца животных летающей экологической группы

По сведениям Н.А. Слесаренко (1990), биомеханические особенности условий клеточного режима содержания вызывают существенную перестройку в организме, которая имеет различные проявления.

По нашим данным у зайца встречаются два конституциональных типа сердца: конусовидный (82%) и конусовидный расширенный (18%) (Рис.3). По массе сердце зайца в четыре раза превосходит сердце кролика.

Ю.Ф. Юдичев (1994), описывая сердце кролика, отмечает овальную форму с тупой верхушкой и по внешним признакам выделяет суженно-укороченную и расширенно-укороченную форму.

Исследования В.Н. Жеденова (1958) показывают наличие у кролика суженно-укороченного и расширенно-укороченного типов сердца.

В результате проведенных нами исследований по формам сердец, установлены два типа сердца кролика: эллипсоидный (78%) и эллипсоидный суженный (22%) (Рис. 3).

Ушки предсердий зайца больше и шире чем у кролика, но у обоих правое ушко по величине преобладает над левым. Существование такой разницы между сердцем зайца и кролика, наверняка, объясняется способностью и возможностью первого осуществлять бег в естественных условиях обитания. Сердце действует как сильный насос и обеспечивает, в соответствии с метаболическими нуждами, ткани кислородом.

По данным Л.П. Астанина (1958), чем меньше животное, тем быстрее растет потребление кислорода с увеличением скорости бега. Поэтому у мелких животных, кроме увеличения массы сердца, увеличивается и частота сердечных сокращений.

Таким образом, наличие меньшего по размерам и массе сердца, и его составных образований, объясняется меньшей подвижностью и соответственно низким уровнем метаболизма у кролика по сравнению с зайцем.

Лисица, волк и барсук являются хищниками и представляют подгруппу животных обитателей открытых пространств. Встречается два типа сердца: у лисицы эллипсоидный (20%) и эллипсоидный расширенный (80%), у волка эллипсоидный (75%) и эллипсоидный расширенный (25%), у барсука эллипсоидный (40%) и эллипсоидный расширенный (60%) (Рис. 3).

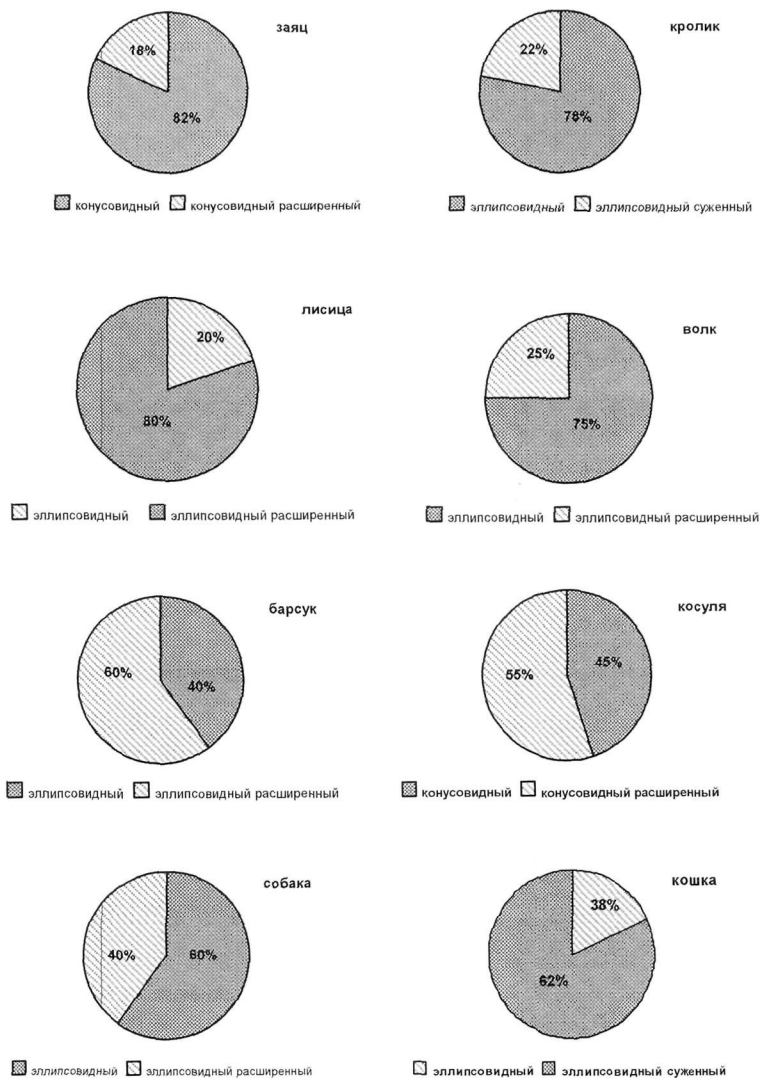


Рис. 3. Конституциональные типы сердца животных наземной экологической группы

По данным Ю.Ф. Юдичева (1985), у лисицы выявлен округло-овальный тип сердца, а В.П. Лукьянова (1961) выявила, что у лисицы сердце по форме суженно овальное.

По заключению К. Бердонгарова (1987), у более подвижных животных, как например, лисица, сердце приобретает конусовидно-эллипсовидную или эллипсовидную форму с сильным левым желудочком. Форма сердца животных, которые содержатся при клеточном содержании (серебристо-черная лисица), становится эллипсовидно шаровидной или шаровидно-дискоидальной с относительно сильным правым желудочком.

Данные наших исследований согласуются с выводами К. Бердонгарова (1987). Наиболее крупное сердце установлено у волка, у остальных представителей наземно экологической группы сердца меньших размеров. У волка масса сердца составила  $245,67 \pm 0,76$  г, у обыкновенной лисицы  $62,86 \pm 0,96$  г, а у барсука  $50,15 \pm 0,45$  г.

Таким образом, у хищников крупное и сильно развитое сердце. Это объясняется тем, что хищникам необходима большая выносливость, интенсивное питание и дыхание. В результате в процессе экологической адаптации происходят морфофункциональные преобразования органов, и сердца в том числе, повышающие его функциональные возможности в данной среде.

Интерес исследователей к изучению различных органов и систем козули в связи с возможной ее domestикацией не ослабевает (Пастернак Ф.А., 1955; Владышевский Д.В. 1968; Тимофеева Е.К., 1985; Руди В.Н., 1995; Завалева С.М., 1996).

По нашим данным, у козули наблюдается два конституциональных типа сердца конусовидный (45%) и конусовидный расширенный (55%) (Рис.3). Левое ушко преобладает по величине и толщине стенок над правым. По форме они широкие в виде лопастей, края изрезаны.

У домашних животных (кошка и собака) мы наблюдали три типа сердца: у собак (эллипсовидный (40%) и эллипсовидный расширенный (60%), а у кошки (эллипсовидный (38%) и эллипсовидный суженный (62%)) (Рис. 3).

Известен факт, что при беге интенсивность обмена веществ повышается. По мнению К. Бердонгарова (1987), у подвижных видов, обладающих интенсивным обменом веществ, обнаруживается укрупнение сердца. Но однако, по сведениям К. Шмидт-Ниельсона (1982), энергетическая цена бега закономерно снижается увеличением размеров тела.

Поэтому, хотя козуля является, как волк и лисица, обитателем открытых пространств и характеризуется быстрым бегом, сердечный индекс у нее немного ниже, тем не менее, морфометрические показатели указывают на сильное развитие сердца.

Отряд грызунов в наших исследованиях представляют - слепушонка и бобр. Из них представителем подземной экологической группы является слепушонка, а полуводной бобр.

Сердце слепушонки имеет мощное развитие, занимает почти всю левую половину грудной полости. Сердечный индекс высокий - 1,4%, по форме оно эллипсовидное (25%), а в 75% - эллипсовидно суженное (Рис. 4). Правое ушко вдвое больше левого. Сведения по другим животным, ведущим подземно-роющий образ жизни (крот, землеройка), приводятся В.Н. Жеденовым (1961). Мощное развитие сердца у представителей данной группы, он объясняет громадной нагрузкой на сердце при рытье почвы.

Ярким представителем полуводной экологической группы является - бобр. Так как среда где он обитает, водная, ему необходимо эффективное использование ограниченного запаса кислорода, в силу прекращения легочного дыхания при нырянии.

Экономное расходование кислорода у большинства животных достигается, в первую очередь, урежением сердечных сокращений (брадикардия), которое бывает выраженным у водных млекопитающих (тюленей, китов) и более медленным у полуводных (бобров и ондатр). При уменьшенном минутном объеме сердца, кровь поступает только к жизненно важным органам центральной нервной системы и сердцу. Поэтому имеющийся в крови кислород во время погружения под воду расходуется медленно (Шмидт-Нильсон К., 1982; Андреева Е.Г., 1954; Галанцев В.П., 1977).

Данные изменения гемодинамики, происходящие в организме бобра, приводят к морфологическому своеобразию их сердечно-сосудистой системы.

По форме сердце бобра приближается к округлому типу, широкое и уплощенное. Можно выделить два типа: эллипсовидный (40%) и шаровидный (60%) (Рис. 4). Правое предсердие по размерам в два раза превышает левое и толщина его стенки заметно больше. Вероятно, правое ушко, как и правый желудочек, является хранилищем кислородной крови, аналогично, описанной Э.Г. Черняевым (1966), увеличенной емкости периферического и магистрального венозного русла у ондатры и бобра.



рис. 4. Конституциональные типы сердца животных подземной и полуводной экологических групп

По мнению Л.П. Астанина (1958), размеры правой половины сердца у водных млекопитающих увеличиваются оттого, что крупные легкие сдавливаются при нырянии и возрастает сопротивление движению крови в малом круге кровообращения и соответственно увеличиваются размеры правой половины сердца.

Проводя анализ вышеизложенного, можно отметить, что при сравнении сердец животных разных экологических групп, прослеживается зависимость величины и формы сердца от физических нагрузок, интенсивности метаболизма и рядом иных причин, что согласуется с мнением других исследователей, представленных в обзоре литературы.

### 3.2 Морфология внутренних структур сердца животных разных экологических групп

У изученных нами млекопитающих в строении внутренних структур сердца имеется много общего, но вместе с тем отмечается ряд особенностей. Внутренний рельеф ушек предсердий формируют гребешковые мышцы. Количество и размеры гребешковых мышц индивидуально изменчивы. Они подразделяются на мышцы первого и второго порядка. Первые располагаются обычно перпендикулярно или несколько косо

по отношению к продольной оси ушка, имея при этом наибольшую ширину. Гребешковые мышцы второго порядка являются «ветвями» мышц первого порядка, значительно уступая им по ширине. Количество гребешковых мышц в левом предсердии меньше, чем в правом, но отмечается преобладание их ширины. По нашим данным, меньшие параметры мышц компенсируются большим количеством их в предсердии (в правом) и, наоборот (в левом).

Указанные результаты отличаются от данных Н.И. Ёлкина (1982), который отмечает, что большей длине мышц соответствует меньший диаметр, но согласуются данными Р.Ш. Тайгузина и С.М. Завалеевой (2000).

В образовании внутреннего рельефа желудочков принимают участие мышечные перекладки, сухожильные перемычки между ними, сосковые мышцы септомаргинальные трабекулы.

Количество мышечных перекладок с перемычками преобладает в правом желудочке на краниальной стенке, а в левом желудочке – на медиальной.

Другими, формирующими внутренний рельеф желудочков структурами, являются сосковые мышцы. Названия сосковых мышц правого и левого желудочка сердца животных даются нами согласно их топографии, что отличается от таковых, приведенных в международной анатомической номенклатуре (N.A.V., 1994), в которой они имеют следующие названия: подартериальная, большая и малая сосковые. Приведенные термины используются в анатомической номенклатуре и отражают топографию сосковых мышц сердца человека, у которого две мышцы лежат на стенке и одна на перегородке. Мы поддерживаем суждение Р.Ш. Тайгузина (1997) и Вишнякова А. (2000), о том, что применение данных терминов при характеристике сосковых мышц правого желудочка сердца исследуемых животных не является полностью верным.

У диких животных в левом желудочке две пристеночные сосковые мышцы – краниальная и каудальная, а в правом три – две перегородочные и одна пристеночная.

Полученные данные совпадают с выводами В.Н. Жеденова (1947), что количество сосковых мышц у млекопитающих в правом желудочке равно трем. У домашних животных, вариабельность количества сосковых мышц в правом желудочке, связана наличием каудальных и нескольких дополнительных перегородочных сосковых мышц (четыре или пять). Соответствующие результаты согласуются с исследованиями В.П. Лукьяновой (1961) о многочисленности и своеобразном расположении сосковых мышц в правом желудочке сердца представителей семейства собак. Наиболее крупной в правом желудочке является пристеночная сосковая мышца. У маралов и пятнистых оленей данная мышца развита слабо (Малофеев Ю.М., 1981). Мы согласны с мнением А.А. Торшкова (2002), что преобладание показателей пристеночной сосковой над другими мышцами правого желудочка, объясняется большей функциональной нагрузкой на нее во время систолы желудочков, и, наоборот, меньшие параметры перегородочной сосковой мышцы связаны с меньшим участием ее в работе сердца.

Сухожильные струны каждой из основных сосковых мышц прикрепляются к двум основным створкам атриовентрикулярных клапанов. Преимущественно, они крепятся к свободному краю створки и частично по всей их желудочковой поверхности. Наши результаты согласуются с полученными данными, по домашним видам животных, Ф.А. Волынского (1970); и по человеку – М. Grzybiak (1985); J.C. Soares, A.L. Ferreira (1985), которые считают, что по свободным краям створок влетают сухожильные нити первого порядка, а в желудочковую поверхность – второго. Безусловно, мы

оддерживаем авторов в том, что такое скопление сухожильных струн по краям створок триоventрикулярных клапанов указывает на основные их функции, а именно - репяствование выворачиванию створок в полость предсердий при сокращении елудочков.

В составе правого атриоventрикулярного клапана выделяют три основные створки, ухожильные струны и три сосковые мышцы. У летучей мыши данный клапан арактеризуется наличием двух створок. Мы согласны с мнением В.Н. Жеденова (1961), то примитивность строения сердца животного связана с адаптацией, в связи с резко тличным образом жизни (полет, при спокойном положении висят вниз головой). Левый триоventрикулярный клапан представлен двумя основными створками, струнами и вумя сосковыми мышцами. Наиболее развиты среди основных створок правого и левого триоventрикулярного клапана перегородковые. У исследованных животных разных кологических групп, кроме летающих, всегда выделялись и добавочные, которые пособствовали, скорее всего, лучшей герметизации атриоventрикулярного клапана. ледует отметить, что Ю.М. Малофеев (1988) в 17-22% случаев отмечал аналогичные собенности в морфологии клапанного аппарата у маралов и пятнистых оленей. Мы олностью согласны с позицией Е.А. Дыскина (1980), что традиционное название апанов как «двустворчатый» и «трехстворчатый» можно считать условным, в связи с наличием дополнительных створок. Данное мнение разделяют В.П. Лукьянова (1961), .Н. Александров, Р.В. Ломашева (1961), О.М. Айнаджан (1971) и др.

В научной литературе встречаются противоречивые мнения по поводу строения и начения септомаргинальных трабекул. В.Н. Жеденов (1961) считает, что ептомаргинальная трабекула имеется в вентральной части правого желудочка сердца еловека. Трабекулы у животных в правом желудочке он называет мышечным тяжем, в евом – поперечными хордами. Наше мнение противоречит Жеденову В.Н. (1961), но огласуется с Г.М. Удовиным и Р.Ш. Тайгузиным (1989), которые считают, что абекулы обоих желудочков должны именоваться одинаково.

Септомаргинальная трабекула правого желудочка летучей мыши соединяет снование краниальной перегородочной сосковой мышцы с основанием пристеночной. рабекула в 75% имеет форму мышечного тяжа, а в остальных случаях является ухажильной. Тонкие поперечные трабекулы сухожильного характера встречаются в аудальной части правого желудочка. В левом желудочке имеются две ептомаргинальные трабекулы. Краниальная и каудальная септомаргинальные рабекулы могут иметь форму ветвистых образований или тонких сухожильных тяжей. роме этого встречаются трабекулы между каудальной сосковой мышцей и стенкой, в бласти верхушки сердца. Можно предположить, что выявленная нами система ептомаргинальных трабекул в желудочках сердца летающего вида связана с икличностью работы органа (у бодрствующей мыши насчитывается до 420 окращений в минуту, а во время спячки - 6-7) и со способностью крупных вен, ыявленную А.А. Зубковым (1936) у летучих мышей, самостоятельно ритмически окращаться, оказывая тем самым существенную помощь в работе сердца.

Для бобра, представителя полуводной экологической группы характерно наличие ильной трабекулярности на внутренней поверхности желудочков сердца и согласуется с инением В.Н. Жеденова (1961), а связано, вероятно, с приспособлением вида к ительному пребыванию под водой, что сопровождается урежением сердечных окращений и, соответственно, напряжением внутренних структур сердца.

Данная особенность физиологии сердца присуща другим водным, полуводным животным, на которую указывает Е.Г. Андреева (1954) и В.П. Галанцев (1977).

В сердце млекопитающих наземной экологической группы септомаргинальна трабекула наиболее выражена в правом желудочке, она соединяется с основаниями краниальной перегородочной и пристеночной сосковой мышцы, что совпадает данными Р.Ш. Тайгузина (1993). У косули в 98% случаев трабекула мышечного типа, у других млекопитающих этот показатель ниже. По мнению Р.Ш. Тайгузина (1997), косули и козы трабекула чаще представлена единым образованием, что связано условиями обитания и образом жизни, с чем мы полностью согласны. По нашим данным у слепушонки, представителя подземной экологической группы, трабекул располагается в виде тонкого сухожильного тяжа (68%), или имеет форму мышечного пучка (32%).

В правом желудочке сердца изученных животных, кроме септомаргинально трабекулы, встречаются каудальные и верхушечные трабекулы. Трабекулы участвуют в систоле правого желудочка и создают условия для направленного тока венозной крови легочную артерию. Мы придерживаемся положения В.Н. Галкина (1972), о том, что септомаргинальная трабекула выполняет двойную функцию: как «ограничитель» при растяжении стенок желудочка во время диастолы, и вспомогательную при систоле.

В левом желудочке септомаргинальные трабекулы имеют сухожильный тип строения, и насчитывается их две. При прикреплении к сосковым мышцам трабекул могут образовывать сеть, в основном это характерно для каудальных трабекул. Помимо септомаргинальных трабекул в левом желудочке встречаются тонкие сухожильные трабекулы в области верхушки сердца, где они образуют трабекулярную сеть, о которой в своих работах отмечали Г.М. Удовин и Р.Ш. Тайгузин (1989).

Полученные нами показатели свидетельствуют о наличии «сосково трабекулярного комплекса» в сердце животных, на который указывал Р.Ш. Тайгузин (1997), и данного положения, мы придерживались при выполнении своих исследований.

Таким образом, результаты морфологического исследования сердца животных разных экологических групп наряду со специфическими особенностями, позволили выделить общие закономерности строения органа. По научно обоснованным данным А.Н. Северцова (1939) известно, что приспособленность сердца как энтосоматического органа находится в непосредственных функциональных или биологически соотношениях с меняющимися условиями внешней среды. Объяснимо потому, что первичные адаптивные изменения в эктосоматических органах млекопитающих вызывают коррелятивные филогенетические изменения в энтосоматических органах, том числе и в сердце, которые нами представлены в данной работе.

#### 4 ВЫВОДЫ

1. Абсолютная масса сердца значительно возрастает с увеличением массы тела, относительная масса сердца колеблется, причем у мелких животных данный показатель выше, чем у крупных и не зависит от принадлежности вида к определенной экологической группе.
2. В связи с изменчивостью внешней формы сердца животных разных экологических групп выделено несколько типов сердца: эллипсоидный, эллипсоидный расширенный, эллипсоидный суженный, конусовидный и конусовидный расширенный в наземной экологической группе, эллипсоидный, шаровидный в полуводной экологической



уппе, эллипсовидный и эллипсовидный суженный тип сердца у представителей наземной и летающей экологических групп.

. У млекопитающих наземной и подземной экологических групп по величине преобладает – правое ушко, у летающих и полуводных - левое. Гребешковые мышцы подразделяются на мышцы первого и второго порядка, их размеры и число изменчивы. В правом предсердии гребешковых мышц меньше, чем в левом, но наблюдается преобладание их ширины.

. У домашних животных, в отличие от диких, наблюдается вариабельность количества сосковых мышц в правом желудочке, которая связана с наличием каудальных и нескольких дополнительных перегородочных сосковых мышц (четыре или пять). Количество мышечных перекладок преобладает в правом желудочке сердца, причем больше их на краинальной и медиальных стенках.

. Клапанный аппарат сердца животных объединяет ряд морфофункционально взаимосвязанных структур (сосковые мышцы, сухожильные струны, створки), которые характеризуются определенными особенностями для каждой экологической группы. У ступчатых мышцей правый атриовентрикулярный клапан имеет две створки, а у других животных данный клапан – трехстворчатый.

. Септомаргинальные трабекулы в левом и в правом желудочках, в структурном отношении, представлены двумя типами: мышечным и сухожильным. В правом желудочке септомаргинальная трабекула может иметь форму мышечного пучка (60%, в среднем), или располагаться в виде тонкого сухожильного тяжа (40%, соответственно). В левом желудочке всегда располагаются две септомаргинальные трабекулы сухожильного типа.

## **5 ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ**

Результаты исследований могут быть использованы:

при написании соответствующих разделов учебников и справочных руководств по сравнительной анатомии и хирургии;

в учебном процессе при чтении лекций и проведении практических занятий для студентов биологических, ветеринарных и зооинженерных факультетов высших учебных заведений;

в научно-исследовательских институтах, занимающихся выяснением видовых и индивидуальных особенностей сердечно-сосудистой системы и выбором объектов для создания моделей и технических устройств.

## **6 СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

. Морфология внутренних структур сердца кролика // Известия Оренбургского государственного Университета. – Оренбург, 2004. - № 4. – С. 47-148 (соавт. С.М. Завалеева).

. Морфометрия клапанов сердца представителя полуводной экологической группы млекопитающих // Биология науки XXI века: 10-я Пушкинская школа конференция молодых ученых, посвященная 50-летию Пушкинского научного центра РАН. – Пушкино, 2006. – С. 335 (соавт. С.М. Завалеева).

. Морфология внутренних структур сердца косули // Биоразнообразие и биоресурсы тундры и сопредельных территорий: материалы III международной научной конференции. Оренбург: Принт-сервис, 2006. – С. 225-226 (соавт. С.М. Завалеева).

4. Морфология внутренних структур сердца кошки // Молодые ученые в реализации приоритетного национального проекта «Развитие АПК»: материалы I Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2006.- 43-44 (соавт. С.М. Завалеева).
5. Архитектоника внутренних структур сердца волка как представителя наземно экологической группы // Экология в современном мире: взгляд научной молодежи. Материалы Всероссийской конференции молодых ученых. – Улан-Уде, 2007. – С. 32-3 (соавт. С.М. Завалеева).
6. Морфология внутренних структур сердца обыкновенной лисицы // Вестник Оренбургского государственного университета. - Оренбург, 2007. - №6 (70). - С. 104-108 (соавт. С.М. Завалеева).

Подписано в печать 12.01.2009  
Формат 60х84/16. Усл. печ. л. 1,0. Печать трафаретная.  
Гарнитура Times New Roman.  
Тираж 100 экз. Заказ № 131.  
ООО НПП «ИНЭЛ»  
460000, г. Оренбург, ул. Володарского, 5. Тел.: (3532) 77-58-71