

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА**

**Л.П. ГОРАЛЬСЬКИЙ, І.М. СОКУЛЬСЬКИЙ,  
Н.Л. КОЛЕСНІК, М.Р. РАГУЛЯ**

**МОРФОЛОГІЯ СЕРЦЯ  
ХРЕБЕТНИХ ТВАРИН  
КЛАСУ ССАВЦІ**

***МОНОГРАФІЯ***

**ЖИТОМИР – 2025**

---

УДК 619:636:599:591.412

Б 12

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради  
Житомирський державний університет імені Івана Франка  
(протокол № 5 від 28 березня 2025 року)

**Рецензенти:**

**Мельник О. П.**, доктор ветеринарних наук, професор (Національний університет біоресурсів і природокористування України);

**Панікар І. І.**, доктор ветеринарних наук, професор (Одеський державний аграрний університет);

**Дунаєвська О. Ф.**, доктор біологічних наук, професор (Поліський національний університет).

Б 12

Горальський Л. П., Сокульський І. М., Колеснік Н. Л., Рагуля М. Р.  
Морфологія серця хребетних тварин класу ссавці : монографія. Житомир :  
Житомирський державний університет імені Івана Франка, 2025. 254 с.

ISBN 978-617-7992-81-2

У монографії на основі комплексних досліджень (анатомічних, гістологічних, морфометричних та статистичних) наведені результати досліджень морфології серця у порівняльному видовому аспекті на макро- та мікроскопічному рівнях у клінічно-здорових свійських тварин, які належали до класу *Mammalia* – Ссавці: *Oryctolagus cuniculus* L., 1758 – кріль європейський; *Canis familiaris* L., 1759 – собака свійський; *Sus scrofa, forma domestica* L., 1758 – домашня свиня; *Ovis aries* L., 1758 – баран (вівця) свійський; *Bos Taurus* L., 1758 – бик свійський; *Equus ferus Caballus* L., 1758 – кінь свійський з урахуванням закономірностей формування порівняльної макро-, мікоморфології та морфометричних маркерів для проведення діагностичних, профілактичних заходів та лікування тварин при захворюваннях органів серцево-судинної системи та для виявлення морфофункціональних змін за дії на організм тварин різноманітних чинників зовнішнього середовища.

Монографія призначена для студентів, аспірантів, науковців морфологів біологічної, медичної та ветеринарної галузі.

ISBN 978-617-7992-81-2

© Л. П. Горальський,  
І. М. Сокульський,  
Н. Л. Колеснік,  
М. Р. Рагуля

---

## ЗМІСТ

|                                                                                             |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....</b>                                                       | <b>5</b>  |
| <b>ВСТУП.....</b>                                                                           | <b>7</b>  |
| <b>РОЗДІЛ І.</b>                                                                            |           |
| <b>ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....</b>                                                                | <b>12</b> |
| 1.1. Загальна характеристика та значення серцево-судинної системи.....                      | 12        |
| 1.2. Філогенетичні аспекти розвитку серцево-судинної системи хребетних тварин.....          | 15        |
| 1.3. Філо- та онтогенетичні аспекти розвитку серця хребетних тварин.....                    | 21        |
| 1.4. Морфологічні особливості серця хребетних тварин.....                                   | 28        |
| 1.4.1. Морфологічні особливості серця пойкилотермних (холоднокровних) тварин.....           | 28        |
| 1.4.2. Морфологічні особливості серця гомойотермних (теплокровних) тварин.....              | 31        |
| 1.5. Висновок з огляду літератури.....                                                      | 41        |
| <b>РОЗДІЛ ІІ.</b>                                                                           |           |
| <b>ВИБІР НАПРЯМКІВ ДОСЛІДЖЕНЬ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ВИКОНАННЯ РОБОТИ.....</b>                 | <b>43</b> |
| 2.1. Вибір напрямів досліджень.....                                                         | 43        |
| 2.2. Матеріал і методи виконання роботи.....                                                | 44        |
| <b>РОЗДІЛ ІІІ.</b>                                                                          |           |
| <b>РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....</b>                                                   | <b>50</b> |
| 3.1. Морфологія серця свійських ссавців.....                                                | 50        |
| 3.1.1. Морфологія серця кроля ( <i>Oryctolagus Cuniculus</i> L., 1758).....                 | 60        |
| 3.1.2. Морфологія серця свійського собаки ( <i>Canis lupus familiaris</i> L., 1758).....    | 62        |
| 3.1.3. Морфологія серця свині свійської ( <i>Sus scrofa, forma domestica</i> L., 1758)..... | 73        |
| 3.1.4. Морфологія серця барана свійського ( <i>Ovis aries</i> L., 1758).....                | 89        |

---

|                                                          |                                                                                                    |            |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.1.5.                                                   | Морфологія серця великої рогатої худоби ( <i>Bos Taurus taurus</i> L., 1758 – бик свійський) ..... | 105        |
| 3.1.6.                                                   | Морфологія серця коня свійського ( <i>Equus ferus Caballus</i> L., 758) .....                      | 117        |
| 3.2.                                                     | Морфометрія серця свійських ссавців.....                                                           | 131        |
| 3.2.1.                                                   | Органометрія серця свійських ссавців.....                                                          | 131        |
| 3.2.2.                                                   | Цитометрія кардіоміоцитів серця свійських ссавців.....                                             | 142        |
| <b>РОЗДІЛ IV.</b>                                        |                                                                                                    |            |
| <b>АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.....</b> |                                                                                                    | <b>150</b> |
| <b>ВИСНОВКИ.....</b>                                     |                                                                                                    | <b>184</b> |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>                   |                                                                                                    | <b>189</b> |

---

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

**АМ** – абсолютна маса  
**АМС** – абсолютна маса серця  
**ВМ** – відносна маса  
**ВМС** – відносна маса серця  
**ВС** – висота серця  
**ВРХ** – велика рогата худоба  
**ШС** – ширина серця  
**ОС** – окружність серця  
**ЧМС** – чиста маса серця  
**ЛШ** – лівий шлуночок  
**ПШ** – правий шлуночок  
**ЛП** – ліве передсердя  
**ПП** – праве передсердя  
**АМЛШ** – абсолютна маса лівого шлуночка  
**АМПШ** – абсолютна маса правого шлуночка  
**АМЛП** – абсолютна маса лівого передсердя  
**АМПП** – абсолютна маса правого передсердя  
**ВМЛШ** – відносна маса лівого шлуночка  
**ВМПШ** – відносна маса правого шлуночка  
**ВМЛП** – відносна маса лівого передсердя  
**ВМПП** – відносна маса правого передсердя  
**ІРС** – індекс розвитку серця  
**МТ** – маса тварини  
**ПШІ** – передсердно-шлуночковий індекс  
**ШСІ** – шлуночково-серцевий індекс  
**ПСІ** – передсердно-серцевий індекс  
**ТСЛШ** – товщина стінки лівого шлуночка  
**ТСПШ** – товщина стінки правого шлуночка  
**ТСЛП** – товщина стінки лівого передсердя  
**ТСПП** – товщина стінки правого передсердя

---

**ЯЦВ** – ядерно-цитоплазматичне відношення

**М** – середнє арифметичне

**m** – похибка середнього арифметичного

**n** – кількість дослідних тварин

**p** – критерій вірогідності

---

## ВСТУП

Організм людини та тварин є складною біологічною системою, яка сформувалася в результаті тривалого процесу еволюції, відомого як філогенез [45, 91, 96, 207, 241, 243, 487]. Цей процес охоплює мільйони років адаптацій та змін, які забезпечили виживання і розвиток різноманітних форм життя [226, 232, 237, 438, 480]. Філогенетичний розвиток організмів базується на генетичній варіативності, природному доборі, мутаціях і рекомбінаціях, що забезпечують появу нових ознак та властивостей [188, 261, 264, 358, 482].

Людина і тварини, як частина живої природи, пройшли складний шлях адаптації до змін у середовищі існування, формуючи системи органів і механізми регуляції, що дозволяють підтримувати гомеостаз [79, 82, 135, 416, 417].

Ключовою особливістю організмів є їхня здатність до постійної взаємодії з навколишнім середовищем [273, 422]. Від простих одноклітинних форм до складних багатоклітинних організмів еволюція сприяла виникненню адаптивних механізмів, таких як поведінкові реакції, метаболічні регуляції, імунні реакції та сенсорні системи [219, 276, 335, 439, 455, 468].

Організм людини і тварин включає такі ключові системи, як нервова, серцево-судинна, дихальна, травна, ендокринна, опорно-рухова тощо. Їхня злагоджена робота залежить від інтеграції на рівні клітин, тканин, органів та систем організму [73, 136, 392, 447].

Філогенетичні зміни також сприяли виникненню унікальних особливостей живого організму людини, таких як прямоходіння, розвинена кора головного мозку, мова та соціальна поведінка [440, 472, 514]. У тварин ці адаптації

---

виражаються у різних формах: від розвитку спеціалізованих органів чуття до складних соціальних структур у певних видів [428, 464]. Володіючи досконалими механізмами саморегуляції та керування біологічними процесами, функціональні системи ссавців (нервова, серцево-судинна, імунна, дихальна, травна, видільна, ендокринна, сенсорна, органи чуття, статеві), перебуваючи у тісному взаємозв'язку між собою та довкіллям, забезпечують узгоджені механізми функціонування біологічних систем, які характерні для життєдіяльності організму [4, 7, 113, 129, 323, 375, 496].

Завдяки взаємодії органів та систем, організм ссавців функціонує як єдина жива біологічна система, що має різні рівні організації, для якої характерні основні властивості його існування – обмін речовин, ріст, розвиток, розмноження, спадковість тощо [13, 114, 327]. Завдяки ефективній взаємодії нервової та гормональної саморегуляції у ссавців підтримується на певному рівні постійність внутрішнього середовища і фізіологічної діяльності організму – температура, тиск крові тощо [179, 404, 427].

Реакція організму на зміни зовнішнього середовища або внутрішнього стану, об'єднуючи усі органи та системи в єдине ціле, відбувається лише за нормальної функціональної узгодженої діяльності усіх його систем, у тому числі органів серцево-судинної системи, яка є однією із інтегруючих систем живих організмів, до складу якої входить серце та кровоносні і лімфатичні судини, що системно пов'язані між собою [61, 139, 393].

Серцево-судинна система в організмі людини і тварини, виконує надзвичайно життєво важливі функції: регулює кровопостачання органів, тиск крові, забезпечує відтік лімфи органів і транспорт її у вени, відіграє важливу роль у підтриманні гомеостазу, сприяє реалізації функцій нервової,

---

ендокринної систем та органів імунного захисту [70, 115, 483].

Органи серцево-судинної системи забезпечують обмін речовин, мають важливе значення у регуляції функцій усіх органів і систем організму, беручи участь у забезпеченні дихальної, трофічної, екскреторних функцій і разом із нервовою системою, поєднують між собою всі органи та системи організму у єдине ціле [263]. Завдяки постійному руху крові по замкнутій системі судин забезпечуються основні функції системи кровообігу: транспорт речовин до клітин та від них. Завдяки серцево-судинній системі з кров'ю до тканин органів надходить Оксиген, поживні речовини, біологічно-активні речовини – гормони, вітаміни, мінеральні речовини та виводиться із них вуглекислий газ і продукти обміну речовин.

Центральним органом серцево-судинної системи є серце, яке завдяки постійному скороченню кардіоміоцитів міокарду, здійснює течію крові по замкнутій системі кровоносних судин [499].

Морфоархітектоніка та функціональний стан органів серцево-судинної системи мають важливе значення та достеменно впливають на життєдіяльність усіх найважливіших систем організму людини і тварини у нормі та за патології, пов'язаної з органами серцево-судинної системи.

Наразі є широко розповсюдженими та мають тенденцію до зростання різноманітні ушкодження серцево-судинної системи, що є важливою медичною і соціальною проблемою у гуманній та ветеринарній медицині [2, 8, 60, 62; 140, 165, 290, 293]. Останнім часом спостерігається збільшення кількості захворювань різноманітного генезу, пов'язаних з органами серцево-судинної системи [80, 85, 159, 164, 189,

---

193]. Тому не викликає сумніву, що ефективне лікування та профілактика даних патологій у ветеринарній медицині неможливі без знання видових особливостей морфологічної будови органів серцево-судинної системи, які необхідно враховувати як при проведенні діагностичних та профілактичних заходів щодо попередження захворювань тварин, так і при наданні їм лікувальної допомоги тощо.

Тому актуальним питанням є дослідження морфофункціональних особливостей серцево-судинної системи [30, 33, 156, 181, 326, 419, 469], яка в організмі тварин виконує життєво важливі функції та має пізнавальне значення та дозволяє покращити діагностику, профілактику та лікування серцево-судинних захворювань у тварин, що є основою для клінічної ветеринарної медицини.

Пріоритетним напрямком сьогодення для своєчасної та достовірної діагностики захворювань мають морфометричні дослідження органів та систем у клінічно-здорових тварин, що є діагностичними критеріями як показники норми для діагностики захворювань заразної та незаразної патологій [24, 26, 28, 29, 31, 74, 169–171, 173, 175-177, 185, 186, 481]. Математичний аналіз структур морфологічних об'єктів здобув визнання як сучасний метод, що вирізняється об'єктивністю та достовірністю, який дозволяє глибше розкрити розвиток патологічного процесу та логічно інтерпретувати результати наукових досліджень [10, 15, 18, 154, 181, 196, 197]. Цей напрям широко використовується і у сучасній кардіології, даючи об'єктивну інформацію про перебіг різних фізіологічних та патологічних процесів, які виникають в органах та системах організму за ураження серцево-судинної системи [101, 132, 167].

Виходячи з поставленої мети та завдань, нами було досліджено макро- та мікроскопічну будови серця та

---

проведено його макро-, гісто- та цитоморфометричну оцінку морфологічних структур серця у свійських тварин класу Ссавці у порівняльному видовому аспекті, показники яких є морфологічними критеріями фізіологічних та патологічних змін у серцево-судинній системі і можуть використовуватися під час діагностики захворювань різноманітного генезу [166, 168, 256, 309, 310, 333, 340].

---

## РОЗДІЛ I

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### **1.1. Загальна характеристика та значення серцево-судинної системи**

Дослідження будови органів на тканинному та клітинному рівнях, а також закономірностей змін їх морфоархітекτονіки за дії на організм різних ендогенних та екзогенних чинників є актуальною проблемою сучасної морфології [16, 43, 87, 99, 137, 148, 149, 157, 158, 222, 326]. Це повною мірою стосується серцево-судинної системи, особливо серця як центрального органа гемоциркуляції, як одного з перших, що реагує на впливи зовнішнього та внутрішнього середовищ [5, 46, 49, 57, 58, 63, 65, 93, 360, 508]. До того ж, дослідження морфології серця людини та тварини має важливе значення у сучасній біології, медицині та ветеринарії. Це обумовлено широким розповсюдженням серцево-судинних захворювань, які є провідною причиною смертності у світі. Одним із найбільш серйозних наслідків таких захворювань є серцева недостатність – стан, що характеризується зниженням здатності серця перекачувати кров, необхідну для задоволення метаболічних потреб організму [76, 77, 86, 110, 259, 260, 348, 451, 459, 511].

У свійських тварин серцево-судинна система замкнутого типу (рис. 1.1). До її складу входять серце, аорта, артерії, судини мікроциркуляторного русла, включаючи капіляри та вени. Вона поділяється на кровоносну та лімфатичну системи, які взаємопов'язані між собою генетично – розвиваються з одного джерела (зародкової сполучної тканини, або мезенхіми), морфологічно (найбільші

---

колекторні лімфатичні судини впадають у краніальну порожнисту вену) та функціонально (реалізують в організмі спільні функції). Крім того, серцево-судинна система у ссавців тісно пов'язана з органами кровотворення та імунного захисту.

Серцево-судинна система в організмі людини і тварини забезпечує обмін речовин, регулює тиск крові, кровопостачання, відіграє надзвичайно важливу роль у підтриманні гомеостазу тощо. Завдяки унікальній морфологічній будові серцево-судинної системи до тканин органів організму доставляються поживні речовини та Оксиген, а виводяться з організму продукти обміну речовин.

Органи серцево-судинної системи мають важливе значення у регуляції функцій усіх органів та систем організму: беруть участь у забезпеченні дихальної, трофічної, екскреторних функцій [4, 72, 113, 304, 429]; разом з нервовою системою – поєднують між собою всі органи та системи організму в єдине ціле забезпечуючи гармонійну взаємодію та синхронізацію фізіологічних процесів. [225, 436, 347, 491]. Вони також відіграють ключову роль у підтримці гомеостазу, регулюючи кровообіг, транспортування кисню та поживних речовин, а також виведення відходів метаболізму [215, 374].

Кровоносна система складається із серця та замкненої системи кровоносних судин (рис. 1.1). Центральним органом серцево-судинної системи є серце, яке завдяки постійному скороченню кардіоміоцитів здійснює течію крові по замкнутій системі кровоносних судин, виконуючи таким чином транспортну функцію. При цьому до тканин органів і систем організму надходить Оксиген, гормони, вітаміни, поживні речовини, біологічно-активні речовини (мінеральні речовини) та виводиться з них вуглекислий газ та продукти обміну речовин [4, 6, 21, 59, 113, 190, 223, 368, 479, 499].

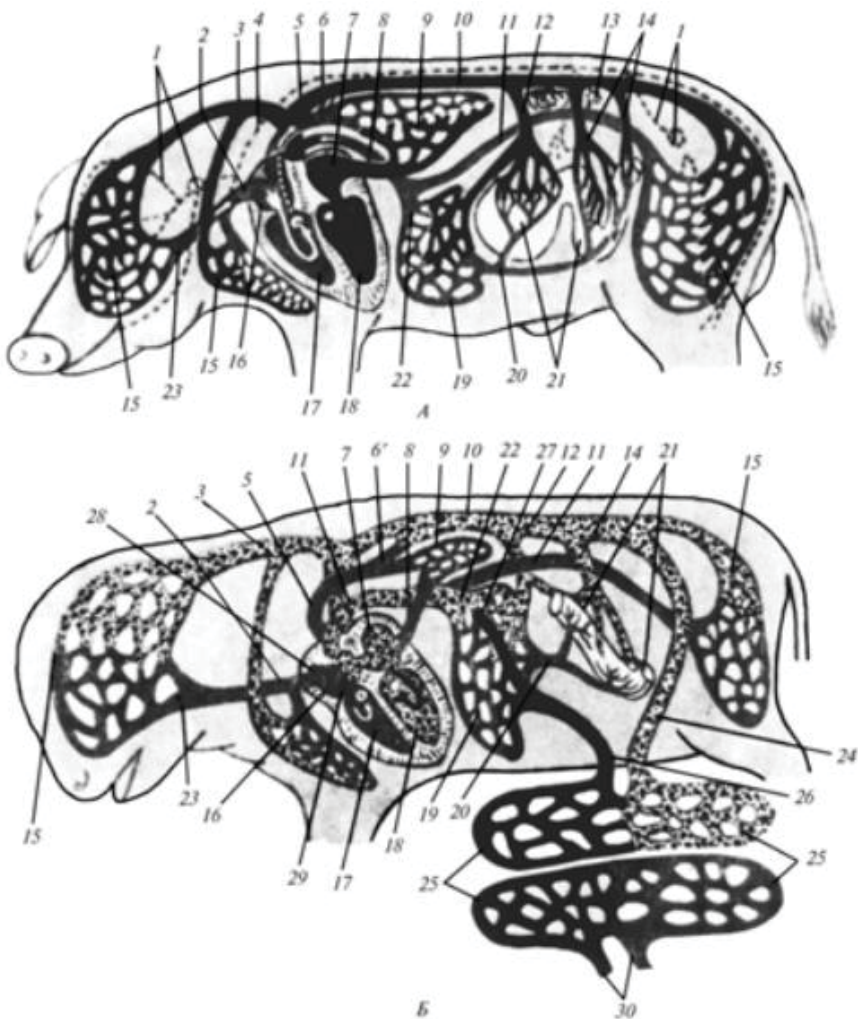


Рис. 1.1. Загальна схема будови серцево-судинної системи та кровообігу дорослої тварини (А) і плода (Б): 1 – лімфатична судина; 2 – краніальна порожниста вена; 3 – плечоголовний стовбур; 4 – грудна протока; 5 – легенева артерія; 6 – артеріальна зв'язка; 6' – артеріальна протока; 7 – ліве передсердя; 8 – легенева вена; 9 – капіляри легень; 10 – аорта; 11 – каудальна порожниста вена;

---

12 – черевна артерія; 13 – лімфатичний вузол; 14 – брижові артерії; 15 – капіляри тіла; 16 – праве передсердя; 17 – правий, 18 – лівий шлуночки; 19 – капіляри печінки; 20 – ворітна вена; 21 – шлунок і кишки; 22 – печінкова вена; 23 – яремна вена; 24 – пупкова артерія; 25 – капіляри плаценти і матки; 26 – пупкова вена; 27 – венозна протока; 28 – міжвенозний горбок; 29 – овальний отвір; 30 – артерії і вени матки [86].

## **1.2. Філогенетичні аспекти розвитку серцево-судинної системи хребетних тварин**

У вищих хребетних тварин серцево-судинна система замкнутого типу. У нижчих хребетних та безхребетних тварин серцево-судинна система незамкнутого типу. Вона звичайно є гемолімфатичною, тому що виконує функцію кровоносної та лімфатичної систем, забезпечуючи транспортування поживних речовин, газів та метаболічних відходів [72, 102, 151, 238, 292, 295, 376, 391, 449]. У таких тварин гемолімфа, що циркулює в судинах, не обмежена чітким розподілом на кров і лімфу, а є єдиним середовищем для обміну речовин і забезпечення життєдіяльності клітин. Така організація серцево-судинної системи відображає адаптацію до особливостей метаболізму і структури організму.

У процесі філогенетичного розвитку хребетних тварин відповідно до їх функціональних потреб, впродовж філогенезу відбуваються прогресивні зміни формування серцево-судинної системи в цілому та серця зокрема (рис. 1.2).

У системі кровообігу хребетних тварин, основні еволюційні зміни у будові серцево-судинної системи пов'язані з умовами перебування тварин у довкіллі, з переходом тварин (риби) від жаберного типу дихання до легеневого (птахи, ссавці) (рис. 1.3). [72, 84, 102, 151, 355].

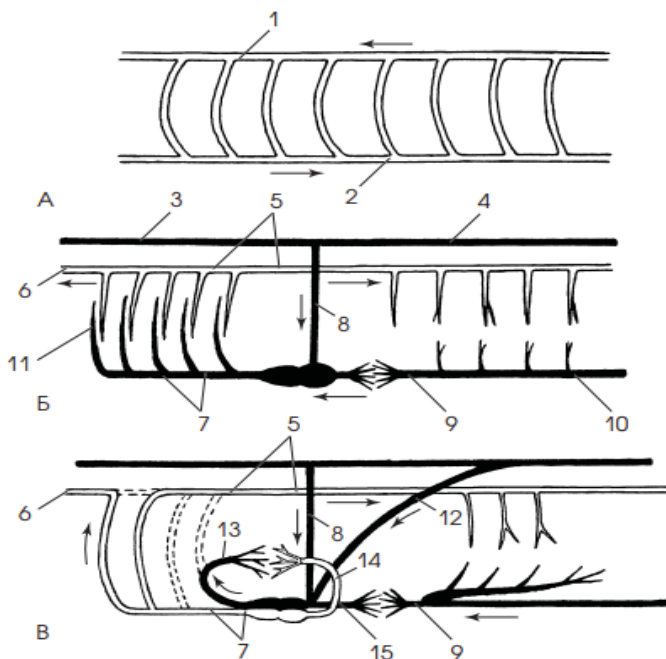


Рис. 1.2. Схема кровообігу. А – кільчастого червяка; Б – ланцетника чи нижчої риби; В – наземного хребетного. 1 – спинна судина; 2 – черевна судина; 3 – передня кардіальна вена; 4 – задня кардіальна вена; 5 – спинна аорта; 6 – сонна артерія; 7 – черевна аорта; 8 – кюв'єрова протока; 9 – ворітна вена; 10 – підкишкова вена; 11 – зяброві артерії; 12 – задня порожниста вена; 13 – легенева артерія; 14 – легенева вена; 15 – печінкова вена [84].

Так, у процесі філогенетичного розвитку, починаючи з водних хребетних тварин, представниками яких є риби, від кровоносної системи відмежувалась у самостійну лімфатична система. У кровоносній системі риб такі зміни спрямовані на забезпечення інтенсивного метаболізму, у зв'язку з активним способом їх життя у водних умовах. У риб формується серце, яке забезпечує велику швидкість руху крові судинами, воно

---

побудоване з двох камер: передсердя та шлуночка. При тім, серце риб не поділене перегородками на окремі камери, як у ссавців, а тому до серця потрапляє та із нього проштовхується у зяброві артерії тільки венозна кров. У серці риби є лише одне передсердя, яке з'єднується з венозним синусом, та один шлуночок, який переходить у вентральну аорту. Аорта несе венозну кров парними приносними зяберними артеріями (III, IV, V, VI пари) у зябра, де вона збагачується Оксигеном (I та II пари приносних зяберних артерій редукуються ще у ембріональному періоді). Артеріальна кров від зябрів по виносним зяберним артеріям потрапляє у непарну дорсальну артерію, а від неї – до органів [50, 230, 343, 345, 386, 431, 493].

У земноводних тварин (амфібій) у процесі пристосування до наземних умов існування зникає зяброве дихання та з'являється легеневе коло кровообігу, відбуваються зміни будови серця та судин. Серце амфібій у своїй будові, вже має три камери: два передсердя та шлуночок. Обидва передсердя відкриваються у шлуночок загальним отвором. У земноводних (амфібій), у передсерді вже з'являється поздовжня перегородка, яка поділяє його на праве та ліве передсердя. Венозна кров із вен тіла, потрапляє у венозний синус, потім у праве передсердя, а далі – у праву частину загального шлуночка, де відбувається часткове змішування артеріальної та венозної крові.

У дорослих амфібій зябра атрофовані, так як функціонують вже легені [72, 441, 446]. Так само, як і у риб, I та II пари зябрових артерій у амфібій редукуються ще у ембріональному періоді їх розвитку. Із III-ої пари зябрових артерій розвиваються сонні артерії, із IV-ої пари – права та ліва дуги аорти, із V-ої пари у хвостатих амфібій формується II-а пара дуг аорти (у безхвостих амфібій, вони редукуються).

Шоста пара зябрових артерій трансформується у легеневі артерії. У хвостатих амфібій ці артерії з'єднуються з попередньою дугою за допомогою артеріальної протоки.

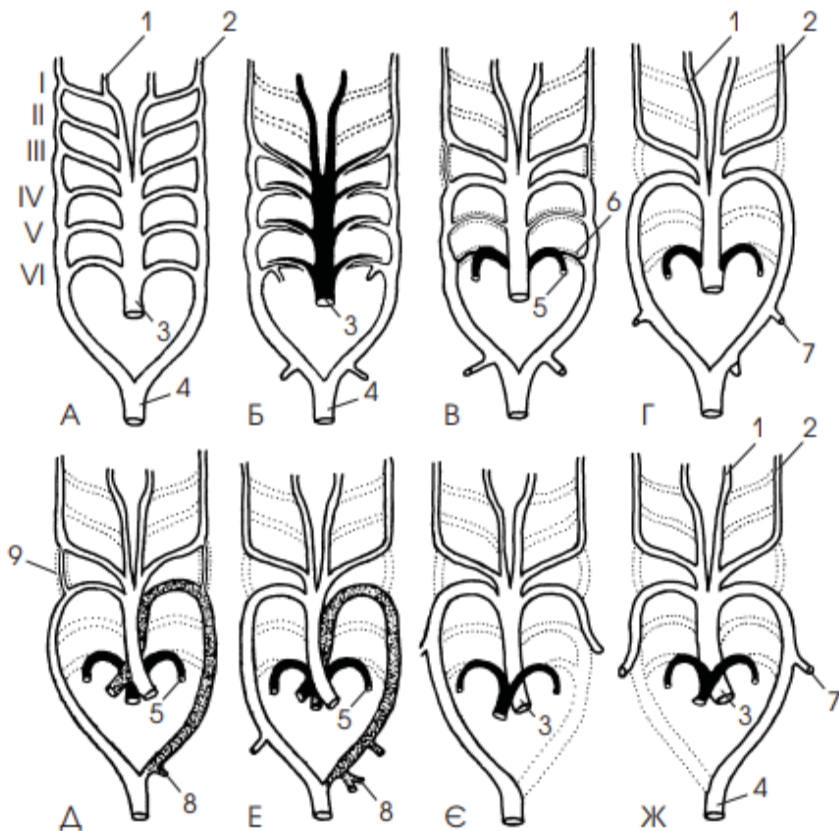


Рис. 1.3. Перетворення дуг аорти у різних хребетних (вид з черевної поверхні). А – вихідне розташування у зародка; Б – риба (дводишна); В – хвостата амфібія; Г – жаба; Д – змія; Е – ящірка; Є – птиця; Ж – ссавці; I-V – артеріальні дуги. 1 – внутрішня сонна артерія; 2 – зовнішня сонна артерія; 3 – черевна аорта; 4 – спинна аорта; 5 – легенева артерія; 6 – артеріальна (боталова) протока; 7 – підключична артерія; 8 – шлунково-кишкова артерія; 9 – сонна протока [84].

---

Із правого шлуночка серця венозна кров потрапляє у артеріальний конус, потім по легеневим артеріям у легені. Збагачена Оксигеном по легеневим венам артеріальна кров потрапляє у ліве передсердя, потім із нього у ліву частину загального шлуночка, а потім через сонні артерії та дорсальні аорти потрапляє до органів.

У рептилій (плазунів) відбуваються подальші зміни як будови серця, так і диференціювання судин: серце рептилій трикамерне, має два передсердя та шлуночок [35, 244, 265, 342, 425, 510]. Відрізняється серце рептилій від серця амфібій тим, що кожне передсердя відкривається в шлуночок власним отвором, а також у шлуночку формується неповна перегородка. У процесі еволюційного розвитку у серці плазунів (рептилій), з'являються ще дві перегородки: міжшлуночкова, яка не повністю розмежовує загальний шлуночок, та аортолегенева, яка поділяє артеріальний конус на аорту та легеневий стовбур. У всіх плазунів міжшлуночкова перегородка неповна, тому у них у меншій мірі, ніж у амфібій, відбувається змішування артеріальної та венозної крові. У процесі філогенетичного розвитку, I-а та II-а пари зябрових артерій у рептилій редукуються, а із III-ої пари розвиваються сонні артерії, із IV-ої пари розвивається два кореня аорти, а із VI-ої пари – легеневі артерії.

У процесі філогенетичного розвитку у птахів, порівняно з рибами, амфібіями та плазунами, відбувається удосконалення серцево-судинної системи. Кровоносна система птахів, вже сформована 4-камерним серцем (подібним до ссавців), артеріями та венами, які виконують життєво важливі функції: несуть поживні речовини, Оксиген, вуглекислий газ, метаболічні відходи, гормони тощо. Така сформована унікальна будова кровоносної системи птахів є досить ефективною, так як дає можливість їм задовольняти

---

метаболічні потреби, сприяючи таким чином тому, щоб птахи інтенсивно могли рухатись (бігати), літати, пірнати або плавати. Особливості морфоархітекτονіки такої серцево-судинної системи у птахів сприяють не тільки розподілу Оксигену, що міститься у крові, яка надходить до клітин тіла, але й виведенню з організму відходів метаболічних процесів та підтримці температури тіла птахів [3, 4, 72, 245, 253, 261, 359, 456].

У ссавців, так само як у птахів, серце чотирикамерне: два (праве і ліве) передсердя та два (правий і лівий) шлуночки, де відбувається процес відділення кисневої крові, що не містить кисню. Правий шлуночок серця перекачує кров до легень, лівий шлуночок генерує тиск крові, щоб прокачувати її через усе тіло тварини [113; 151, 342, 383, 384].

Такі прогресивні зміни кровоносної системи у тварин класу ссавців полягають у формуванні повної перегородки у шлуночку, і саме тому серце стає чотирикамерним [72, 113, 151, 228, 334]. Передсердя та шлуночки серця у ссавців розділені між собою повністю. Тому у них артеріальна кров із легень по легеневим венам потрапляє у ліве передсердя, а із нього у лівий шлуночок серця, не змішуючись при цьому з венозною кров'ю, яка рухається по порожнім венам у праве передсердя та правий шлуночок чотирикамерним [277, 462].

Таким чином, у процесі еволюційного розвитку кровоносної системи в ряду класів хребетних тварин на різних етапах їх становлення (риби – амфібії – рептилії – птахи – ссавці) відбуваються прогресивні адаптивні зміни будови серцево-судинної системи в цілому, та особливо серця, що проявляються збільшенням кількості його камер, від двох до чотирикамерного, що обумовлено

---

приспосовуванням тварин до більш інтенсивного способу життя.

### **1.3. Філо- та онтогенетичні аспекти розвитку серця хребетних тварин**

Серце – це найважливіший центральний орган серцево-судинної системи усіх хребетних тварин. Серце виконує важливу роль у розподілі Оксигену і поживних речовин до організму через кров [204, 246, 257, 277, 500].

У хребетних серце є першим органом, який формується та виконує життєво важливу роль, залежно від розподілу поживних речовин та кисню у період ембріонального розвитку тварин. Спочатку серце функціонує як кардіальна трубка та складається з контрактильного міокарда, який функціонує як насос. Потім відбувається регіоналізація цієї структури, що сприяє у птахів і ссавців формуванню чотирикамерного серця, де чітко визначені передсердя та шлуночки, що дозволяє забезпечити функціонування великого та малого кола кровообігу – пульсацію крові через легені та органи тіла [394, 395, 512]. Ця еволюційна адаптація дозволяє більш ефективно постачати кисень до тканин та органів, сприяючи високій метаболічній активності, що є характерним для птахів і ссавців. У свою чергу, цей процес відіграє вирішальну роль у розвитку інших органів, забезпечуючи їх нормальне функціонування на різних етапах ембріонального розвитку та на ранніх стадіях життя [121, 250, 254, 301, 318].

У процесі філогенетичного розвитку серце як центральний орган серцево-судинної системи сформувалось із задньої ділянки вентральної аорти спереду венозного синуса, який є центром судинної системи.

---

Впродовж останніх досліджень вважали, що кардіогенез відбувається лише за одного джерела клітин міокардіальних попередників. Водночас, щодо уявлення кардіогенезу наразі, доведено два самостійні джерела цих клітин. Так, дослідження на ембріонах курей та мишей свідчать [379, 504], що видалення кардіального півмісяця не повністю усуває формування кардіальної трубки, так як є друге джерело міокардіальних клітин, яке знаходиться у фарінгеальній мезодермі. Такі дослідження також показали, що рання кардіальна трубка у ембріонів мишей має істотні якісні особливості лівого шлуночка: серце змінює свою форму у результаті процесу петлеутворення та в результаті експансії міокарда, що сприяє утворенню кардіальних камер [174, 247, 239, 266, 275, 296, 303, 505]. У більшості хребетних тварин клітинні попередники серця розташовані поряд із попередниками клітин голови. У жаб та ссавців тканинні шари, які відповідають за індукцію серця і голови, типологічно відмінні, але, швидше за все, функціонально аналогічні [388, 412, 444].

У онтогенетичному аспекті серце риби розвивається швидко на ранніх етапах ембріонального розвитку, його ріст та розвиток не зупиняються і у постнатальному періоді онтогенезу: найбільш характерним проявом такого розвитку є трикратне збільшення маси шлуночка серця у дорослої риби (відносно велика маса шлуночка у риби необхідна для розвитку високого тиску крові та активного метаболізму [120, 258, 299, 421, 470]).

За даними Козлова В. О. зі співавторами (2004), форма серця ембріона риби та зрілої особини відповідає стадії трубчастого серця ембріона людини, що свідчить про відтворення етапів онтогенетичного розвитку впродовж філогенезу даного органу [109].

---

Серце риб має змішаний тип шлуночка, який складається із зовнішнього компактного шару та внутрішнього губчастого шару. У процесі розвитку серця товщина компактного шару зростає. У губчастому шарі збільшується діаметр трабекул та діаметр судин, які кровопостачають міокард [92, 258, 401, 402]. Трабекулярний апарат у шлуночку серця риб розвивається на п'яту добу після запліднення.

Розвиток компактного шару міокарда пов'язаний з розміром тіла риб та активністю обмінних речовин, а розвиток трабекулярного шару повністю залежить від харчування і кисневого насичення. Трабекулярний апарат у шлуночку статевозрілих риб, порівняно з таким на більш ранніх стадіях розвитку, істотно товстішає. Залежно від товщини компактного шару міокардіальної стінки змінюється довжина трабекул, розміри та кількість міжтрабекулярних комірок [312, 470]. Трабекули складають значну частину шлуночкової маси та підтримують серце під час систоли та діастолі [303, 421].

При дослідженні ембріонального розвитку серця жаб на ранніх стадіях спочатку з'являється серцева трубка: у внутрішній серцевій трубці формується атріовентрикулярна подушка та з'являється серцевий вигин, а серцева труба набуває S-подібної форми. Потім розвивається трабекулярний апарат міокарду, формується атріовентрикулярний клапан та починається формування перегородки у передсерді. На цій стадії ембріонального розвитку виявляється відмінність між більш товстим шлуночком та тоншим передсердям. Наступним етапом є завершальне формування передсердь, утворюються серцеві ендотеліальні осередки, формуються клапани та перегородки серця. У кінцевій стадії ембріонального розвитку серця

---

амфібій формується велика кількість структур серця, характерних для статевозрілих тварини: сформовано шлуночок, утворено спіральний клапан в артеріозному стовбурі. Потім у сформованому серці вже диференціюються три камери: єдиний шлуночок та два передсердя [214, 302, 351, 354, 390, 415, 418].

Серце ящірки, черепахи та змії, складається з двох передсердь, відокремлених повною перегородкою, та єдиного спільного шлуночка. Водночас, за порівняльного аналізу будови серця ящірки, черепахи, змії та крокодила, серце останнього відрізняється від інших рептилій формуванням повної перегородки, яка вже розділяє серце на чотири камери [233, 234, 311, 339].

У жаби, черепахи та змії ЛШ має губчасту будову. Для розділення соматичного та легеневого кровообігу у жаб губчастий міокард серця адаптований утворювати високий систолічний тиск у шлуночково-атріальному напрямку, а цибулиноподібний спіральний клапан запобігає зворотному кровотоку [294, 502].

У птахів на ранній стадії ембріонального розвитку у апікальній ділянці формуються трабекули та перегородка. Маркіровані осередки переміщуються вгору за течією і праворуч, формуючи міокард. Результати досліджень свідчать про неоднорідність у внутрішній поверхні компактного і трабекулярного шарів. Ця трансмуральна неоднорідність частково відповідає за формування на пізніших стадіях трабекулярної западини, яка утворюється поряд із компактним шаром [288, 331, 377, 396, 414, 471, 490, 496, 501].

У птахів кров, збагачена Оксигеном та поживними речовинами, з лівого шлуночка серця через аорту численними артеріями надходить до всіх частин тіла та їх органів.

---

Оксисен та поживні речовини з крові дифундують крізь стінку капілярів у прилеглі тканини, а продукти обміну та вуглекислий газ із них потрапляють назад до серця, безпосередньо у праве передсердя по венах. З правого передсердя кров без кисню витісняється у правий шлуночок, який перекачує кров безпосередньо у легені для насичення її Оксигеном. У легенях кров знову насичується киснем та потрапляє у ліве передсердя, звідки перекачується у лівий шлуночок [3].

За морфологічною будовою порожнина лівого шлуночка серця, через яку проходить кров, є найміцнішою, так як його стінка сформована більш розвинутою м'язовою (міокард) тканиною, ніж такою у правому шлуночку та у правому і лівому перикарді. Це пов'язано з тим, що кров з лівого шлуночка серця через артерії перекачується у все тіло. Тому стінка лівого шлуночка найтовстіша, за рахунок м'язової оболонки.

У птахів серця, пропорційно розміру їх тіла, більші, ніж у ссавців. Серце птахів порівняно велике, так як воно повинно задовольняти метаболічні потреби, які необхідні для польоту.

Закладка серця в ембріогенезі ссавців відбувається в 2–3-тижневому віці. Воно починає формуватися в ранньому періоді ембріонального розвитку, коли зародок ще має вигляд тришарової пластинки (рис. 1.4). На початку розвитку стінка органу складається із двох половинок – ендокарду й епіміокарду; на ранніх етапах ембріонального розвитку епіміокард розділяється на міокард та епікард, а стінка набуває дефінітивної структури із трьох оболонок [4, 113, 151].

Шлуночки серця ссавців, у пренатальному періоді онтогенезу, формуються з шлуночкової петлі. Спочатку

шлуночкові частини первинної трубки утворюються зі стебла серцевої труби, утвореного з первинного кардіального півмісяця, і дистальної частини, сформованої від другої серцевої ділянки [216, 249, 262, 268, 278–280, 300, 317, 405, 424, 460].

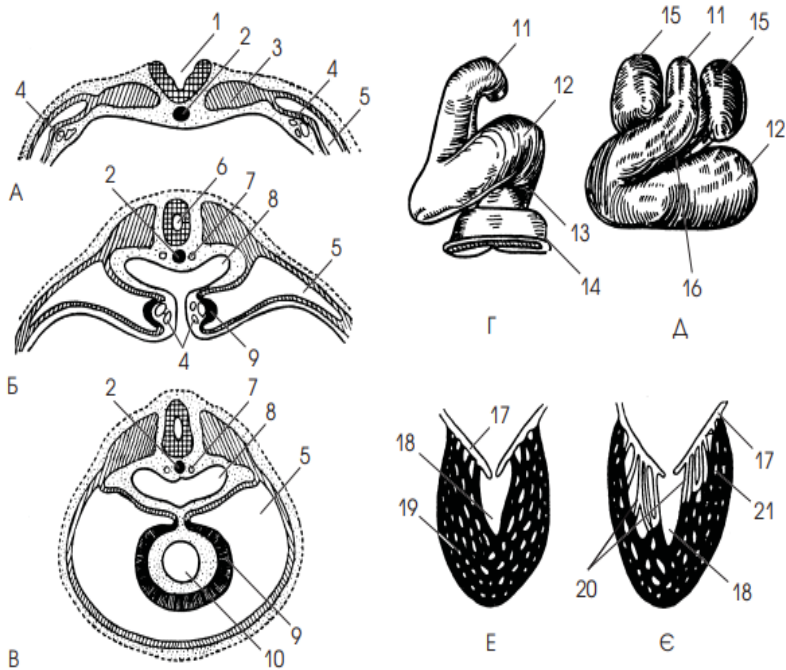


Рис. 1.4. Онтогенез серця. А, Б, В – поступові стадії розвитку парної закладки серця; Г, Д – наступні стадії розвитку серця; Е, Є – стадії утворення клапанів серця. 1 – нервовий жолобок; 2 – хорда; 3 – первинний сегмент; 4 – закладка серця; 5 – порожнина тіла; 6 – нервова трубка; 7 – дорсальна аорта (парна); 8 – головна кишка; 9 – міокард і епікард; 10 – порожнина серцевої трубки; 11 – артеріальний стовбур; 12 – шлуночок; 13 – пересердя; 14 – венозний синус; 15 – вушки пересердя; 16 – вінцева борозна; 17 – стулковий клапан; 18 – порожнина шлуночка; 19 – м'язові перекладки; 20 – сухожилкові струни; 21 – міокард [84].

---

Після ретельного дослідження процесу ділення серця на камери, вченими було висунуто гіпотезу: перегородки є не що інше як згини з позасерцевої жирової тканини, включеної між згорнутими шарами міокарда [279, 361, 382]. За їх даними, нормальна геометрична форма у лівого шлуночка чотирикамерного серця, має форму витягнутого еліпса. Серцева порожнина неоднорідна через наявність папілярно-трабекулярного апарату. Істотні неоднорідності також існують у стінках ЛШ стосовно їх товщини. Каудальна латеральна стінка ЛШ серця є значно товстішою, ніж перегородка. Поступове потоншення стінки ЛШ спостерігається в напрямку верхівки [341, 352, 364, 388].

Згідно з сучасними дослідженнями, розвиток серця в онтогенезі людини має в основному три періоди: диференціювання, стабілізація та інволюція [71, 89, 127, 134, 158, 195, 285, 497, 513, 515]. Перший період (диференціювання) бере початок з ембріонального періоду та триває майже до 20 років. Упродовж цього періоду серцеві кардіоміоцити збагачуються саркоплазмою, різними ультраструктурами, спостерігається зростання міофібрил, зменшення ретикулярних волокон та заміна їх на колагенові. У період диференціювання у кардіоміоцитах зменшуються ядерно-цитоплазматичні відношення [269, 284, 353, 356, 369]. Другий період (стабілізації) триває від 20 до 30 років. У цей період завершується формування серцевих клапанів, судин, а також інших структур. Третій період (інволюції), характеризується певними змінами в структурі та функціях серця, зокрема у періоди старіння та зменшення функціональної активності. Це може включати зменшення здатності серця до адаптації змін у фізіологічних умовах. За даними переважної кількості дослідників, такий період виникає вже після 40 років. У третьому періоді у міокарді

---

зростає кількість сполучної тканини, потовщується стінка судин, звужується їх просвіт, у епікарді з'являються адипоцити.

#### **1.4. Морфологічні особливості серця хребетних тварин**

##### **1.4.1. Морфологічні особливості серця пойкилотермних (холоднокровних) тварин**

У функціональному і топографічному плані серце є центральним органом серцево-судинної системи, який, завдяки скороченню, зумовлює течію крові в кровоносних судинах [4, 12, 25, 54, 81, 113, 115, 178].

Згідно з науковими дослідженнями М. С. Cerra, et al. (2004); М. Н. Braun, et al. (2003); Н. U. Norman, et al. (2001); N. Hu, et al. (2000), серце риб має пірамідальну форму, його маса та лінійні показники у риб в цілому, його окремих відділів зростає пропорційно масі тіла тварин [195, 258, 299, 470].

За результатами досліджень С. А. Simões, et al. (2002), Eija Aho, Matti Vornane (1999), J. R. Bailey, R. William (1990), D. Sánchez-Quintana, et al. (1995), P. Harrison, et al. (1991), шлуночки серця риб, залежно від активності їх способу життя, мають різноманітні форми – трубчасту, мішкоподібну та пірамідальну: у риб, які ведуть більш активний спосіб життя, форма шлуночків пірамідальна, у менш активних риб, шлуночки мішкоподібної форми [211, 229, 312, 399, 401, 402].

Серце у риб двокамерне, складається з передсердя і шлуночка. До передсердя прилягає венозний синус, а до кінцевої частини шлуночка – артеріальний конус [470].

---

Відносна маса серця риб набагато менша (не перевищує 0,33% – 2,5), ніж у наземних хребетних [92].

Серце риб має змішаний тип шлуночка, який складається із зовнішнього компактного шару та внутрішнього губчастого шару. Компактний шар складається із зовнішнього поздовжнього шару та внутрішнього колового шару, товщина якого неоднозначна. М'язові волокна у компактному шарі розташовані хаотично: деякі мають подовжній напрямок, інші розташовані поперечно або під кутом. У компактному шарі добре ідентифікуються коронарні артерії, які краще виявляються на дорсальній поверхні шлуночка, ніж на черевній [210, 328, 401, 503].

У риб шлуночок має зовнішню симетрію, порожнина шлуночка побудована асиметрично, товщина стінки шлуночка неоднозначна: ліва стінка потовщена; передсердно-шлуночковий отвір має невеликий розмір.

Серце у земноводних, а саме у жаби, розташоване у грудочеревній порожнині під грудиною. Серце у неї трикамерне: два передсердя і один шлуночок. Перегородка між передсердям повна, вона з'єднується зі шлуночком одним отвором. Атріовентрикулярний отвір забезпечений стулковими клапанами. Окрім вказаних відділів, ще є венозна пазуха, яка з'єднується з правим передсердям, та артеріальний конус [72, 92, 102]. Міокард земляної жаби дефінітивний та має губчасту будову [92, 161]. Серце у більшості рептилій, так як у амфібій, трикамерне. Перегородка між передсердям завжди повна, а у шлуночку наявна лише неповна перегородка. У ящірки звичайної вертикальна перегородка, яка відходить від черевної сторони шлуночка, у стані систоли на короткий момент розділяє шлуночок на ліву та праву частини [92, 252].

---

За даними окремих дослідників, форма серця деяких ящірок овальна, більш видовжена. Міжшлуночкова перегородка горизонтальна та поділяє шлуночок на спинні і черевні западини. Автори вважають, що спинно-шлуночкова камера більш об'ємна, ніж черевна. У ділянці верхівки шлуночка перегородка цілісна, а у ділянці основи вона приймає відхилене положення [251, 344].

За порівняльного аналізу морфоархітекτονіки серця рептилій (ящірки, черепахи, змії та крокодила), серце крокодила порівняно з іншими плазунами, характеризується формуванням у ньому повної перегородки, яка розділяє серце на чотири камери. Серця ящірки, черепахи і змії складаються з двох передсердь, відокремлених повною перегородкою та єдиного спільного шлуночка. Проте, міжшлуночкова перегородка у цих видів хребетних тварин має певну особливість: м'язове підвищення всередині шлуночка, яке відходить із черевної шлуночкової стінки і від верхівки, поділяючи шлуночок на дві головні камери. Автори вирізняють меншу, правильної форми черевнобічну камеру, і велику – спинобічну у рептилій [233, 311, 339].

Міокард шлуночка серця рептилій складається із зовнішнього компактного та внутрішнього губчастого шарів [92].

За гістологічного дослідження, кількість кардіоміоцитів у серці риб в компактному шарі зменшується, але міститься більша кількість міофібрил, ніж у губчастому, а міжклітинні простори значно зменшуються із зростанням, заміщаючи м'язові волокна. Головними компонентами шлуночкової стінки є міоцити – клітини видовженої форми з великими ядрами [258, 312, 409].

У компактному міокарді серця риб волокна у стінках шлуночка розташовані щільно, а сполучна тканина

---

забезпечує підтримання м'язових волокон, кровоносних судин та міоцитів. Незалежно від різновидів та форми шлуночків, трабекулярний міокард завжди характеризує хаотичну розташованість, за винятком зон біля шлуночкових отворів, тим самим виконуючи роль клапана [410].

Після вилуплення зародків у кардіоміоцитах жаб спостерігаються активні процеси міофібрилогенезу: з'являються міофібрили, що складаються з 5–6 саркомерів. Кардіоміоцити у складі трабекул міокарда мають різнорідні тинкторіальні властивості, які виявляються після завершення метаморфозу. Трабекули зрілого міокарда мають специфіку щодо розмірів та характеру розташування, залежно від локалізації у відділах серця: міокард верхівки містить довші та тонші трабекули, ніж у центральній частині шлуночка. Найбільша довжина трабекул характерна для міокарда передсердь [160, 163].

Шлуночкові міоцити у черепах веретеноподібної форми, довжиною 190 нм та шириною 5–7 нм [408, 489].

#### **1.4.2. Морфологічні особливості серця гомойотермних (теплокровних) тварин**

Одним із важливих морфометричних показників серця є його абсолютна та відносна маса, що безпосередньо залежать від віку, статі, породи, виду тварин тощо. У свиней такі показники, відповідно, дорівнюють 307,2 – 334,3 г та 0,28 – 0,3%, у коней – 2150 – 4300 г та 0,58 – 0,60 %, у великої рогатої худоби – 1300 – 2400 г та 0,35 – 0,4 %, у собак – 72,4 – 154,0 г та 0,66 – 2,0 % [52]. За даними С.В. Гуральської (2006), абсолютна маса серця у свиней живою масою до 120 кг дорівнює 434 г, відносна маса органу при цьому становить 0,37 % [51].

---

У птахів серце чотирикамерне [3]. За даними Кульчицького К. І. (1985) у птахів частіше зустрічається конічна форма серця, лише у деяких видів птахів вона сильно подовжена. За його даними, маса серця у дрібних птахів відносно більша, ніж у більших за розмірами, що пов'язано з інтенсивнішим обміном речовин [92]. Також простежується певна залежність між відносною масою серця та енергійністю рухів.

За морфологічною будовою серце птахів, подібне до такої, як у ссавців, проте, їх його морфоархітектоніка дещо відрізняється, унаслідок способу життя та пристосування птахів до умов навколишнього середовища. Так, у птахів серце пропорційно більше, ніж у ссавців [3, 235, 286, 461].

Серце у ссавців чотирикамерне та складається з двох передсердь і двох шлуночків [4, 113, 151]. Оскільки відносні розміри серця різні у видів із різним способом життя і різною інтенсивністю обміну речовин, то їх серцевий індекс дорівнює в середньому – 1,7. До того ж, зв'язок між розмірами тіла тварин та величиною серця корелює з серцевим індексом екологічно близьких видів тварин: у великого ховраха такий показник дорівнює 0,61, а у малого ховраха – 0,82, у кролика – 0,2. Це свідчить про те, що серцевий індекс залежить від рухової активності тварин. Тому у кролика відносні розміри серця у три рази менші, ніж у зайця [72].

У 80 % щурів серце конусоподібної форми, 20 % – еліпсоподібної [86].

Маса серця тварини залежить від породи, статі та від способу життя. Абсолютна маса серця зі збільшенням маси тіла тварин значно зростає. У дрібних тварин відносна маса серця вища, ніж у великих, що пов'язано з напруженістю

---

метаболізму, потребою в кисні і з частотою скорочення серця.

Наявність меншого за розмірами і масою серця і його складових утворень пояснюється меншою рухливістю та, відповідно, низьким рівнем метаболізму у малорухливих тварин у порівнянні із тваринами, які ведуть найбільш рухливий спосіб життя. Це пояснюється тим, що більш рухливим тваринам, які є значно витривалішими, для забезпечення процесів життєдіяльності, необхідне інтенсивне живлення та дихання.

Міокард серця ссавців характеризується неоднорідністю, зокрема розрізняють архітекtonіку робочого міокарда і провідної системи [272, 213, 231, 378, 420, 423, 505].

Кореляційний аналіз з функціональними показниками ЛШ серця свідчить, що значне збільшення об'єму лівого шлуночка свиней, порівняно з правим, більшою мірою визначається кровонаповненням, а не скороченням [362, 443, 475].

Поверхневі та глибокі шари виявлено в обох шлуночках, тоді як середній знаходиться лише у ЛШ. Найбільші зміни характерні для поверхневих волокон м'язового шару: у ЛШ субепікардіальні волокна мають подовжню форму, тоді як у ПШ вони є поперечними до серцевої поздовжньої осі. Велика частина міокардіальної маси у ЛШ, за винятком верхівки, представлена середнім шаром колових волокон. У глибокому шарі волокна орієнтуються в довжину, формуючи трабекулярні та папілярні м'язи [336, 388, 467, 484].

У шлуночках серця бика, м'язові волокна формують три шари міокарду шлуночків, які за будовою повністю співпадають з будовою міокарда щурів [466].

---

Міокард правого та лівого шлуночків серця свині має тришарову будову: поверхневий, середній та глибокий шари волокон міокарду. Волокна поверхневого шару мають спіральний напрямок. Середній шар у шлуночках серця представлений коловими волокнами, які відсутні на їх верхівках. Волокна глибокого шару у ПШ розташовані в косому напрямку на вільній стінці, тоді як у міжшлуночкової перегородці вони спрямовані до верхівково-основної серцевої осі. У лівому шлуночку волокна глибокого шару розташовані по спіралі, від вершини до основи серця.

Таким чином, при порівнянні серця тварин різних екологічних груп простежується залежність величини і форми серця від фізичних навантажень, інтенсивності метаболізму тощо.

Залежно від виду, породи, віку тварин у ссавців можна виділити сім форм серця: звужено-подовжена (ВРХ), звужено-вкорочена (кріль), розширено-вкорочена (кінь), кругло-овальна (собака), скошено-овальна (борсук), сплющено-овальна (людина) і роздвоєна (дюгонь). У собак вона може бути еліпсоподібна (43%), конусоеліпсоподібна (24%), еліпсоподібно-куляста (26%) і куляста (7 %), у великої рогатої худоби подовжено-звужена, конусоподібна і розширено-вкорочена. Свині мають три основні типи серця: видовжено-звужений, конусоподібний; вкорочений, відносно звужений; розширено-вкорочений, трикутний [52, 151, 403].

У постнатальному періоді онтогенезу форма серця у тварин зазнає неабияких змін. Так, після народження телят, впродовж десяти днів серце має сильно розвинений правий шлуночок. Стінки правого та лівого шлуночків є однакової товщини. Серце у телят такого віку широке і набуває овальної або, навіть, округлої форми. Ліва міжшлуночкова борозна зміщується на середину лівої поверхні серця. Права

борозна проходить по правій поверхні серця близько до каудального краю. У телят 6–9-місячного віку серце набуває видовженої та звуженої форми, проте, досягаючи періоду 12–15-місячного віку, орган стає ширшим і відносно коротким [49].

Стінка серця утворена трьома оболонками: внутрішньою (ендокардом), середньою (міокардом) і зовнішньою (епікардом) (рис. 1.5).

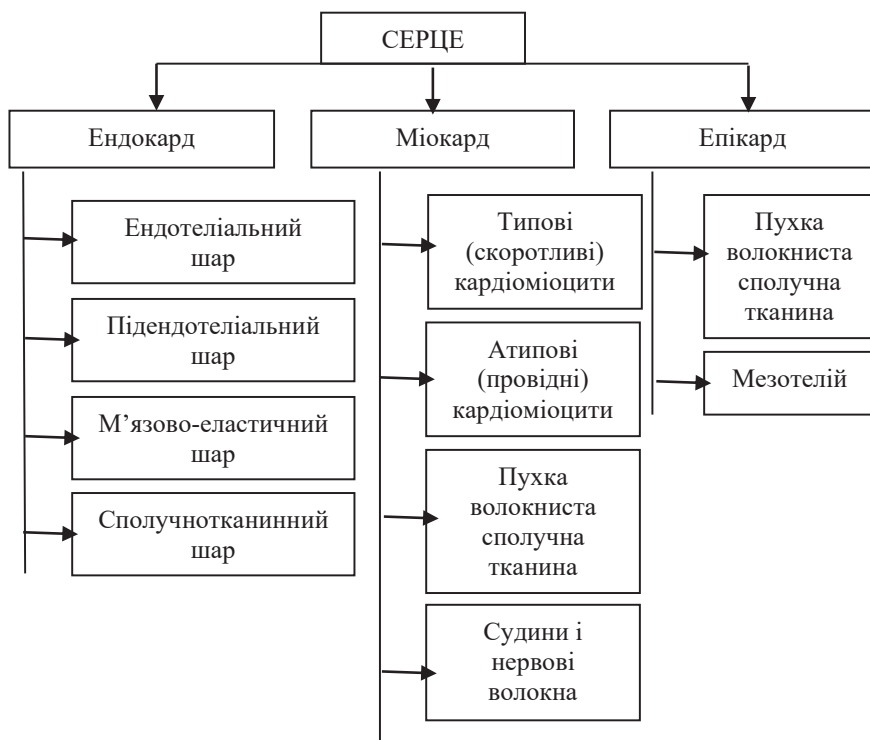


Рис. 1.5. Схема будови серця [22].

Внутрішня оболонка вистеляє зсередини камери серця, вкриває м'ясисті перекладки, сосочкоподібні м'язи,

сухожилкові струни та клапани. Основну масу камер серця складає міокард. Він утворений серцевими м'язовими клітинами – кардіоміоцитами, які з'єднуються за допомогою вставних дисків (рис. 1.6, 1.7). Епікард покриває м'язову оболонку (міокард) зовні і є нутрощевою пластинкою серозного осердя. Згідно будови зовнішня оболонка серця (епікард) є подібною до серозних оболонок, поверхня якого вкрита мезотелієм, а підсерозний прошарок щільно зрощений з міокардом [55, 83, 162, 195].

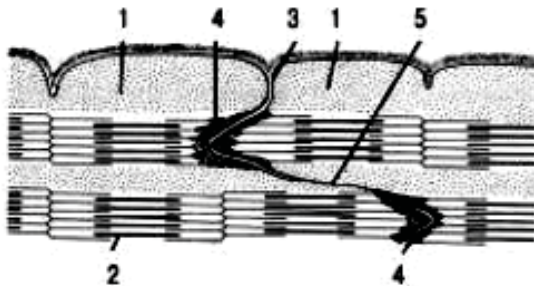


Рис. 1.6. Схема будова вставного диска. 1 – серцеві міоцити; 2 – міофібрили; 3 – вставний диск; 4 – ділянка вставного диска з десмосомоподібними контактами; 5 – ділянка вставного диска з щілинними контактами [191].

Товщина стінки передсердь значно менша від стінки шлуночків. Серед оболонок стінки серця ссавців, найбільш розвинений міокард, особливо у лівому шлуночку, де він майже у три рази товстіший, ніж у правому. У міокарді виявляється єдиний масив м'язових волокон, орієнтованих у трьох напрямках: субепікардіальні – в поздовжньому, середні – в циркулярному, субендокардіальні – також у поздовжньому. М'язові волокна складаються з клітин – серцевих міоцитів (кардіоміоцитів) (рис 1.8), які мають на поздовжньому розрізі прямокутну форму. Між м'язовими

волокнами містяться прошарки сполучної тканини. В ній виявляється велика кількість кровоносних та лімфатичних судин [4, 20, 21, 126].

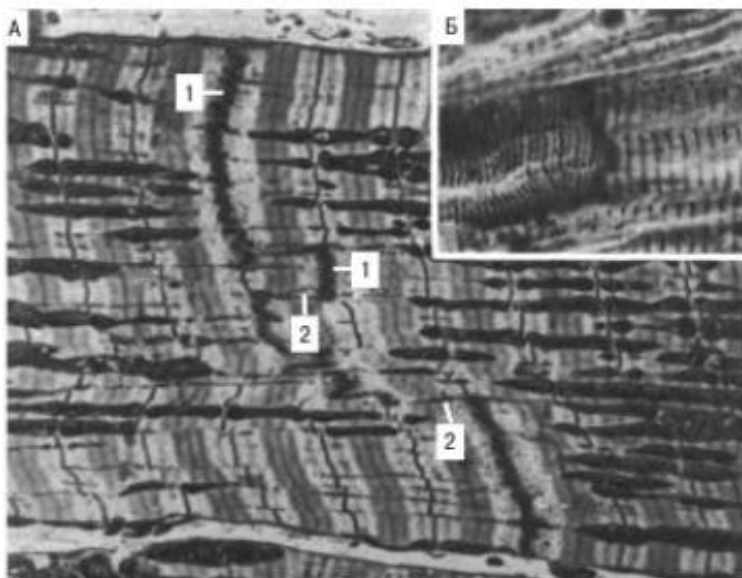


Рис. 1.7. Ультраструктура вставного диска (ТЕМ). 1 – ділянки вставного диска розташовані поперек осі міоцитів; 2 – ділянки вставного диска розташовані вздовж осі міоцитів [191].

Кожний вид тварин і людина мають певну кількість м'язових волокон серця: у серці людини в 1000 разів більше кардіоміоцитів, ніж у серці щура, у 100 разів більше, ніж у кроля і в 10 разів більше, ніж у собаки. Збільшення кількості кардіоміоцитів зменшує міцність серцевого м'яза, тому зростає ймовірність розриву його стінки. Останнім часом знання щодо будови та функції кардіоміоцитів значно розширилися [34, 37, 52, 169, 173, 281, 298]. Водночас недостатньо з'ясовані питання щодо спільного

функціонування кардіоміоцитів у межах цілого органа, особливо за функціональних та патологічних змін вказаних клітин та в умовах фізіологічної регуляції функцій, а також за дії на організм патологічних чинників [100, 185, 186, 507].

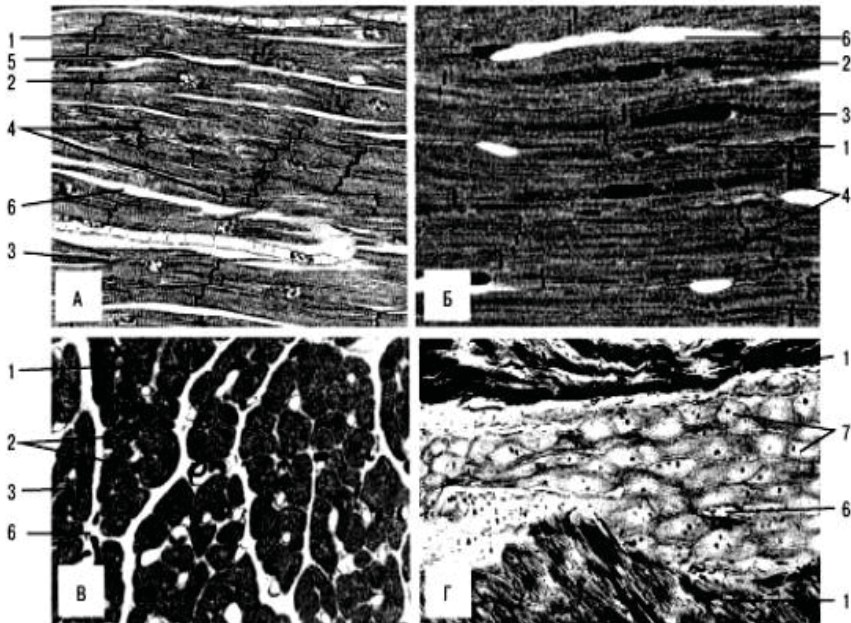


Рис. 1.8. Міоцити серцевої м'язової тканини. Скоротливі: А – схема; Б – поздовжній розріз (СМ); В – поперечний розріз (СМ); Г – провідні (СМ). 1 – скоротливі серцеві міоцити; 2 – ядро; 3 – саркоплазма; 4 – вставні диски; 5 – анастомози; 6 – ендомізій; 7 – провідні серцеві міоцити [191].

Згідно з даними більшості сучасних дослідників серцевий м'яз ссавців, сформований серцевими міоцитами (кардіоміоцитами): скоротливими (типовими), провідними (атиповими) та секреторними кардіоміоцитами. Останні знаходяться переважно у передсердях, їх ще називають

---

міоендокринними клітинами, або міоендокриноцитами [203, 208, 477].

Основну частину міокарда формують скоротливі кардіоміоцити, які забезпечують робочий ефект (підвищують тиск у порожнині серця та переміщують кров). У шлуночках серця вони мають переважно циліндричну форму. Такі клітини містять 1–2 ядра, які знаходяться у центральній частині саркоплазми та розташовані на її периферії – міофібрили [94, 95].

Ядра кардіоміоцитів мають видовжену чи овальну форми. Середній об'єм ядер у сільськогосподарських тварин різний. Найбільший показник виявляється у ВРХ ( $126,85 \pm 8,58 \text{ мкм}^3$ ), потім – у коней ( $105,75 \pm 8,4 \text{ мкм}^3$ ) і найменший – у свиней ( $62,98 \pm 1,25 \text{ мкм}^3$ ) та овець ( $59,35 \pm 4,76 \text{ мкм}^3$ ) [40].

У міокарді передсердь, форма скоротливих кардіоміоцитів відросчата. Скоротливі кардіоміоцити контактують один з одним за допомогою вставних дисків [78, 88, 122, 124, 125, 133, 150, 153, 192, 200].

У скоротливих кардіоміоцитів виражені поздовжня (внаслідок наявності міофібрил) і поперечна (внаслідок наявності білків актину і міозину) посмугованість. Сконцентровані пучками міофібрили, які щільно прилягають одна до одної, розміщені ближче до периферії. Вони з одного волокна по анастомозах переходять в інше. За відносно невеликої кількості міофібрил поздовжня посмугованість м'язової тканини виражена досить різко, а поперечна – відносно слабо. При фарбуванні міокарду гематоксиліном та еозином великі за діаметром м'язові волокна на поперечному та поздовжньому зрізах погано сприймають забарвлення, поперечна посмугованість в них виражена нечітко, а міофібрили набувають витонченого стану. М'язові волокна

---

малого діаметру на поперечному зрізі мають овальну форму. Міофібрили у них розташовані щільно [40].

Діаметр кардіоміоцитів у різних шарах серцевого м'яза становить від 15 до 20 мкм. Вони мають різну довжину і товщину. Товщина м'язових волокон міокарда в овець та коней становить, відповідно  $9,19 \pm 0,71$  мкм та  $9,87 \pm 1,1$  мкм, у великої рогатої худоби ( $13,2 \pm 0,36$  мкм) та свиней ( $12,23 \pm 0,12$  мкм) такий показник зростає [40].

За даними М.С. Гнатюк (1915–1917), діаметри кардіоміоцитів передсердь мають менші розміри, ніж кардіоміоцити шлуночків: в лівому і правому передсердях – 5–30 мкм (модальний клас – 15 мкм), в лівому і правому шлуночках – 10–45 мкм (модальний клас – 25 мкм). Довжина серцевих міоцитів коливається від 50 до 120 мкм: в лівому і правому шлуночках – 60–120 мкм (модальний клас 90 мкм), в правому і лівому передсердях – 70–90 мкм (модальний клас – 100 мкм) [31, 34, 37, 38].

Діяльність провідних (атипових) кардіоміоцитів пов'язана зі збудженням в серці і проведенням його по тканині. Їх будова подібна до будови скоротливих кардіоміоцитів, проте, вони більші за розміром, містять ексцентрично розміщені ядра і мало міофібрил, які не мають певної орієнтації. Тому посмугованість провідних кардіоміоцитів погано відображена або зовсім відсутня. Провідні кардіоміоцити утворюють провідну систему серця [4, 32, 36, 113].

Провідні кардіоміоцити поділяють на три типи: Р-клітини, перехідні клітини та клітини Пуркінє.

Р-клітини, це відростчасті структури з великими ядрами. Такі клітини локалізуються в основному у пазухо-передсердному вузлі провідної системи серця та міжвузлових провідних шляхах. Р-клітини, як правило, є головним

---

джерелом імпульсів, які забезпечують ритмічне скорочення серця.

Перехідні клітини, це структури, які займають проміжне місце між Р-клітинами та скоротливими кардіоміоцитами. Такі клітини локалізовані переважно у пазухо-передсердному та передсердно-шлуночковому вузлах, також вони зустрічаються у прилеглих до вказаних вузлів ділянках передсердь [205, 308, 435, 458].

Клітини Пуркінє локалізуються в основному у передсердно-шлуночковому пучку (пучок Гіса). Необхідно зазначити, що такі клітини чисельно домінують у пучку Гіса та його лівій та правій ніжках. Клітини Пуркінє також виявляються і по периферії пазухо-передсердного та передсердно-шлуночкового вузлів [240, 267, 287, 338, 385, 437, 509].

Секреторні кардіоміоцити, які локалізуються переважно у передсердях, особливо у їх вушках, мають розвинений синтетичний апарат [152, 307, 367, 413, 450, 465, 494]. У цитоплазмі міоендокринних клітин знаходяться щільні гранули, які містять гормон. Останній називають передсердним натрійуретичним чинником, або натрійуретичним гормоном [227, 283, 297]. Натрійуретичний гормон, це пептид, який при потраплянні у кров надходить до нирок, надниркових залоз, головного мозку. Вказаний гормон посилює діурез, особливо натрійурез, релаксацію артеріальних судин [242, 332]. В результаті розширення судин артеріального русла знижується артеріальний тиск.

## **1.5. Висновок з огляду літератури**

Результати аналізу літературних джерел свідчать, що на ранніх етапах ембріогенезу у представників різних класів

---

хребетних тварин серце має вигляд трубки, в якій не помітні передсердний і шлуночковий відділи. У процесі кардіогенезу відбувається поступове сплюснення ендотеліоцитів та розростання сполучної тканини субендотеліального шару ендокарду, ці процеси особливо активно відбуваються у ділянці клапанів серця, що формуються. Стінка серця поступово товстішає за рахунок м'язових клітин, у міокарді починаються процеси трабекуляризації, у результаті чого формуються дві зони: зовнішня субепікардіальна, яка складається з компактно розташованих кардіоміоцитів, та внутрішня, яка представлена м'язовими тяжами, розділеними вільним простором. Трабекуляризація відбувається спочатку в міокарді шлуночків, а потім – у міокарді передсердь. У риб і рептилій розростається трабекулярний шар міокарда, а у ссавців збільшується товщина компактного шару, в який починають вростати кровоносні судини [349, 380, 445].

---

## РОЗДІЛ II

### ВИБІР НАПРЯМКІВ ДОСЛІДЖЕНЬ. МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

#### 2.1. Вибір напрямів досліджень

Організм тварин, класу ссавців є складною біологічною системою, яка формувалась упродовж тривалого періоду їх філогенетичного розвитку, перебуваючи у тісній взаємодії організму із навколишнім середовищем [45, 96, 236, 241, 373, 387, 495].

Функціональні системи ссавців: нервова, серцево-судинна, імунна, дихальна, травна, видільна, ендокринна, сенсорна (органи чуття), статеві системи, які взаємопов'язані між собою, об'єднуючи організм у єдине ціле, забезпечують його функціонування, підтримуючи зв'язок з навколишнім середовищем [27, 209, 485].

Важливим напрямком гуманної та ветеринарної медицини є профілактика, діагностика та лікування захворювань заразної та незаразної патології, які неможливо здійснити без поглибленого дослідження організму людини і тварин на макро- та мікроскопічному рівнях, в тому числі органів серцево-судинної системи [142, 282]. При тім, макроскопічне дослідження анатомічних структур дає змогу виявити зовнішні патологічні зміни, такі як: гіпертрофія або атрофія органів; аномалії розвитку або травматичні ушкодження; наявність новоутворень або некротичних процесів [17, 131, 138, 255, 314, 473]. Мікроскопічне дослідження тканин і клітин дозволяє діагностувати: запальні процеси, такі як міокардит або васкуліт; дегенеративні зміни, включаючи фіброз і жирову дистрофію; інфекційні ураження,

---

викликані бактеріями, вірусами або паразитами [198, 289]. Ці дослідження забезпечують комплексний підхід до аналізу структурних змін, що лежать в основі патологічних процесів.

Тому дослідження макро- та мікроскопічної будови органів та систем організму, в тому числі серцево-судинної системи, яка забезпечує усі життєво-важливі процеси усіх систем організму у нормі, результати морфологічних показників яких можуть бути критеріями для діагностики захворювань серцево-судинної системи, мають важливе значення для гуманної та ветеринарної медицини [199, 274, 313, 324]. І це не випадково, так як наразі дуже широко зустрічаються та мають тенденцію до виникнення серцево-судинних патологій [2, 60, 62].

## **2.2. Матеріали і методи виконання роботи**

Робота є фрагментом комплексних тематик НДР «Розвиток, морфологія та гістохімія органів тварин у нормі та при патології», державний реєстраційний № 0120U100796 та «Особливості морфології серця свійських ссавців», державний реєстраційний № 0121U108884.

Тварин для дослідження підбирали за принципом аналогів, враховуючи породу та вікові особливості: всього використано 30 тварин, шести видів, які належали до класу *Mammalia* – Ссавці: *Oryctolagus cuniculus* L., 1758 – кріль європейський; *Canis familiaris* L., 1759 – собака свійський; *Sus scrofa, forma domestica* L., 1758 – домашня свиня; *Ovis aries* L., 1758 – баран (вівця) свійський; *Bos Taurus* L., 1758 – бик свійський; *Equus ferus Caballus* L., 1758 – кінь свійський.

Для роботи використовували анатомічні, гістологічні, морфометричні та статистичні методи досліджень.

---

Анатомічному препаруванню були піддані свіжі серця, відібрані від клінічно-здорових, статевозрілих, щойно забитих на м'ясокомбінаті тварин (кролі, свині, вівці, велика рогата худоба, коні) ( $n=5$  – у кожній групі) та від тварин (собаки), які загинули унаслідок отриманих травм несумісних з життям, які не мали патологій органів серцево-судинної системи.

Під час проведення досліджень дотримувалися загальних правил належної лабораторної практики GLP (1981 р.), положень «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених I Національним конгресом з біоетики (м. Київ, 2001 р.). Уся експериментальна частина дослідження була проведена згідно з вимогами міжнародних принципів “Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин, які використовують в експерименті та інших наукових цілях” (Страсбург, 1986 р.), “Правилами проведення робіт з використанням експериментальних тварин”, затверджених наказом МОЗ №281 від 1 листопада 2000 р. “Про заходи щодо подальшого удосконалення організаційних форм роботи з використанням експериментальних тварин” та відповідного Закону України “Про захист тварин від жорстокого поводження” (№ 3447-IV від 21.02.2006 р., м. Київ) [53, 66, 68, 108, 123, 141].

Протокол для наукових досліджень схвалено комісією з біоетичної експертизи та дозволено Поліським національним університетом.

Для проведення макроскопічних досліджень та органометричного аналізу серце відпрепарували з грудної клітки тварин разом із перикардом. Під час органометричного дослідження визначали лінійні параметри та абсолютну і відносну масу серця та його макроструктур [157, 185, 186]. При цьому, за кількісного макроскопічного

---

дослідження серця враховувалися наступні морфометричні показники: висота серця (ВС); ширина серця (ШС), окружність серця (ОС); чиста маса серця (ЧМС) – маса серця, без епікардіального жиру; абсолютна маса серця (АМС); відносна маса серця (ВМС); абсолютна маса лівого шлуночка (АМЛШ); абсолютна маса правого шлуночка (АМПШ) – маса шлуночка з пропорціональною його масі міжшлуночкової перегородки; абсолютна маса лівого передсердя (АМЛП); абсолютна маса правого передсердя (АМПП), відносна маса лівого шлуночка (ВМЛШ); відносна маса правого шлуночка (ВМПШ); відносна маса лівого передсердя (ВМЛП); відносна маса правого передсердя (ВМПП); передсердно-шлуночковий індекс (ПШ) – коефіцієнт відношення абсолютної маси передсердь до абсолютної маси шлуночків; шлуночково-серцевий індекс (ШСІ) – коефіцієнт відношення маси шлуночків до чистої маси серця; передсердно-серцевий індекс (ПСІ) – коефіцієнт відношення маси передсердь до чистої маси серця; товщина стінки правого шлуночка (ТСПШ); товщина стінки лівого шлуночка (ТЛШ); товщина стінки лівого передсердя (ТСЛП); товщина стінки правого передсердя (ТСПП).

Абсолютну масу серця, його шлуночків та передсердь, визначали шляхом зважування. Відносну масу серця (ВМ) обчислювали за формулою:

$$ВМ = \frac{АМ}{МТ} * 100\%,$$

де АМ – абсолютна маса (АМ) серця;

МТ – маса тварини.

Визначення лінійних параметрів органу (довжину, ширину, товщину) проводили прямим вимірюванням.

---

Індекс розвитку серця (ІРС) визначали шляхом відношення його загальної довжини до ширини, використовуючи наступну формулу:

$$\text{ІРС} = \frac{\text{ДС}}{\text{ШС}} * 100, \dots$$

де: ДС – довжина серця;

ШС – ширина серця.

Для проведення мікроскопічних досліджень застосовували загальноприйняті методи фіксації та виготовлення гістозрізів [44].

Для цього вирізали шматочки матеріалу, товщиною 0,2–0,3 см з бокових стінок лівого і правого передсердь, лівого і правого шлуночків та міжшлуночкової перегородки, які фіксували у охолодженому 10–12 %-ому водному розчині нейтрального формаліну (для фарбування гематоксиліном та еозином та за методом Ван-Гізона) впродовж 24 год. і більше та у фіксаторі Ценкер-формолі (для фарбування за методом Гейденгайна), термін від 8 до 24 год. (за кімнатної температури або впродовж – 4–6 год. (в термостаті за температури +370С).

Після фіксації та промивки відповідних шматочків матеріалу проводили їх через спирти зростаючої міцності (40°, 60°, 70°, 80°, 96° та 100°) і ксилол та заливали у парафінові блоки за схемами, запропонованими у посібнику Л. П. Горальського, В. Т. Хомича, О. І. Кононського [44]. З парафінових блоків виготовляли гістологічні зрізи товщиною 6–8 мкм на санному мікротомі МС – 2 [44].

Для дослідження морфології клітин і тканин серця та проведення морфометричних досліджень, гістозрізи, після їх депарафінації, фарбували гематоксиліном (Diapath, Італія,

---

2020) та еозином (LeicaGeosystems, Німеччина, 2020), за методом Ван-Гізона і методом Гейденгайна, який є специфічним для фарбування поперечно посмугованої м'язової тканини та дає змогу виявляти місця контактів (вставні диски) з'єднань кардіоміоцитів між собою, що дозволяє чітко диференціювати кардіоміоцити у структурі м'язових волокон [44].

Зафарбовані гістозрізи використовували для отримання оглядових препаратів та проведення гістометричних досліджень. Якісні характеристики тканинних компонентів на мікроскопічному рівні та гістометричні дослідження структурних елементів міокарду (виміри довжини та ширини кардіоміоцитів, об'єму їх ядер) здійснювали за світлової мікроскопії за допомогою світлових мікроскопів «Micros» та МБС-10 з постійною довжиною тубуса, за малого та великого збільшення, згідно з рекомендаціями, викладеними у посібнику Горальського, В. Т. Хомича, О. І. Кононського [44].

Об'єм кардіоміоцитів визначали за формулою:  $V = \Pi \times A \times (B/2)^2$ ,

де:  $V$  – об'єм кардіоміоцита;

$\Pi$  – 3,14;

$A$  – довжина кардіоміоцита;

$B$  – ширина кардіоміоцита.

Визначення об'єму ядер кардіоміоцитів здійснювали за формулою:

$$V = \frac{\pi}{6} * A * B^2$$

де  $V$  – об'єм ядра;

$\Pi$  – 3,14;

---

А – довжина ядра;  
В – ширина ядра.

Ядерно-цитоплазматичне відношення визначали, використовуючи наступну формулу:

$$\text{ЯЦВ} = \frac{\text{Об'єм ядра}}{\text{Об'єм клітин} - \text{Об'єм ядра}}$$

Фотографування гістологічних препаратів здійснювали відеокамерою САМ V-200 (ІнтерМед, КНР, 2017), вмонтованою у тубус мікроскопа – Micros MC-50.

Морфологічні терміни структурних частин серця подано згідно з Міжнародною ветеринарною гістологічною номенклатурою (Термінологічний словник) [103] та Міжнародною ветеринарною анатомічною номенклатурою [104].

Цифровий матеріал обробляли за допомогою варіаційно-статистичних методів на персональному комп'ютері з використанням ліцензованої програми Statistica 6.0 для Windows XP. При цьому визначали середньоарифметичну (М), статистичну помилку середньоарифметичної (m), середньоквадратичне відхилення (s), показник суттєвої різниці між середньоарифметичним двох варіаційних рядів за критерієм достовірності (td) і таблицями Ст'юдента. Різницю між двома величинами вважали достовірними при  $p \leq 0,05$ ; 0,01; 0,001 [44].

---

## РОЗДІЛ ІІІ

### РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1. Морфологія серця свійських ссавців

##### 3.1.1. Морфологія серця кроля (*Oryctolagus Cuniculus* L., 1758)

Серце кроля (рис. 3.9; 3.10). знаходиться у грудній порожнині у середостінному просторі (простір обмежений плевральними листками середньої ділянки середостіння),

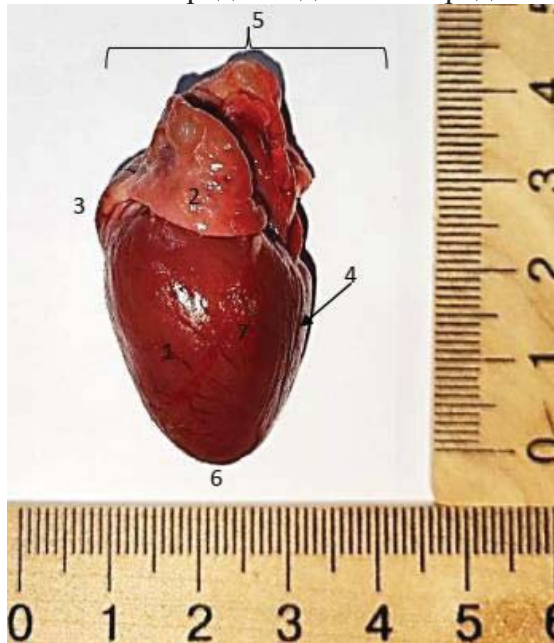


Рис. 3.9. Макроскопічна будова серця статевозрілого кроля: 1 – лівий шлуночок; 2 – ліве серцеве вушко; 3 – ліве передсердя; 4 – біляконусна міжшлуночкова борозна; 5 – основа серця; 6 – верхівка серця; 7 – ліва коронарна артерія. Макропрепарат.

зміщуючись у ліву сторону. Порівняно з іншими видами свійських тварин класу «ссавці», серце кроля розвинуте слабо, воно більш овальне, витягнуто-звуженої форми, дещо сплюснене, з тупою верхівкою. Борозна що відокремлює передсердя від шлуночків слабо виражена (рис. 3.9; 3.10).

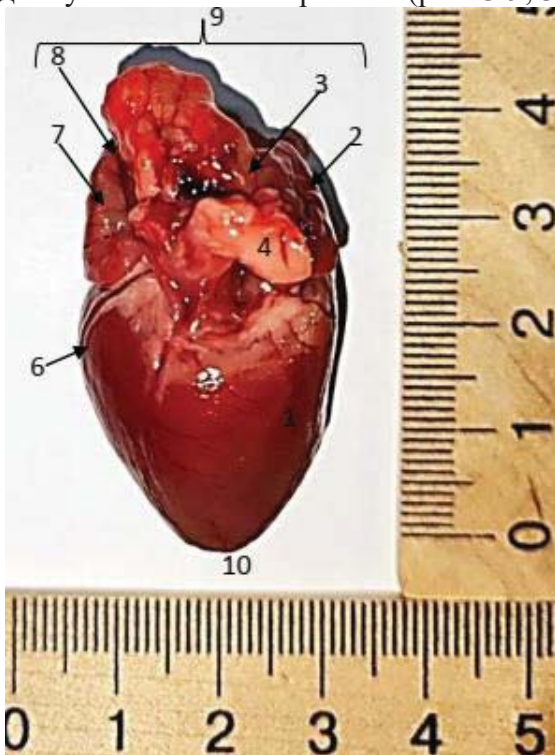


Рис. 3.10. Макроскопічна будова серця статевозрілого кроля: 1 – правий шлуночок; 2 – праве серцеве вушко; 3 – праве передсердя; 4 – аорта; 5 – підпазушна міжшлуночкова борозна; 6 – лівий шлуночок; 7 – ліве серцеве вушко; 8 – ліве передсердя; 9 – основа серця; 10 – верхівка серця. Макропрепарат.

Серце кроля, так як у всіх свійських ссавців, складається з чотирьох камер – двох передсердь та двох шлуночків. Його

краніальна та каудальна поверхні – суцільні, на їх поверхні міститься слабо виражена борозна, яка відокремлює передсердя та шлуночки. Права стінка серця у кроля, на краніальній поверхні, тонка та сплюснута, відповідно, ліва стінка – товстіша та більш кругліша. Верхівка серця плавно округлена. Серцеві вушка чітко виражені, проте за своїми розмірами маленькі.

Абсолютна маса серця статевозрілого кроля, за нашими дослідженнями, дорівнює  $10,3 \pm 0,86$  г, чиста маса (без епікардіального жиру) –  $9,7 \pm 0,82$  г, відносна маса –  $0,31 \pm 0,008\%$ . Висота серця, за лінійними промірами становить  $3,5 \pm 0,04$  см, ширина –  $2,4 \pm 0,03$  см, товщина –  $1,6 \pm 0,02$ , окружність –  $6,6 \pm 0,06$  см (табл. 3.1, 3.21).

Таблиця 3.1

**Лінійні параметри серця статевозрілого кроля  
(*Oryctolagus Cuniculus* L. 1758),  $M \pm m$ ,  $n = 5$**

| Показники                                           | Цифрові значення |
|-----------------------------------------------------|------------------|
| 1. Висота серця, (см)                               | $3,5 \pm 0,04$   |
| 2. Ширина серця, (см)                               | $2,4 \pm 0,03$   |
| 3. Товщина серця (см)                               | $1,6 \pm 0,02$   |
| 4. Окружність серця, (см)                           | $6,6 \pm 0,06$   |
| 5. Індекс розвитку (форми) серця, (%)               | $145,8 \pm 4,16$ |
| 6. Середнє значення товщини стінки шлуночків, (мм)  | $4,51 \pm 0,08$  |
| 7. Товщина стінки лівого шлуночка, (мм)             | $5,91 \pm 0,11$  |
| 8. Товщина стінки правого шлуночка, (мм)            | $3,12 \pm 0,09$  |
| 9. Середнє значення товщини стінки передсердь, (мм) | $3,21 \pm 0,08$  |
| 10. Товщина стінки лівого передсердя, (мм)          | $3,82 \pm 0,04$  |
| 11. Товщина стінки правого передсердя, (мм)         | $2,61 \pm 0,02$  |

---

Індекс розвитку серця кроля Каліфорнійської породи дорівнює  $145,8 \pm 4,16\%$ , тому серце визначається як розширено-вкороченого типу (рис. 3.9; 3.10; табл. 3.1).

Найбільш розвинутими морфологічними структурами серця є лівий і правий шлуночки, потім ліве і праве передсердя, що безпосередньо корелює з їх лінійними характеристиками – товщиною стінок, абсолютною та відносною їх масою, стосовно до чистої маси серця (табл. 3.1; 3.2). Товщина стінки лівого шлуночка ( $5,91 \pm 0,11$  мм) є більшою, ніж правого шлуночка ( $3,12 \pm 0,09$  мм), у 1,9 раза ( $p \leq 0,01$ ). Середнє значення товщини стінки обох шлуночків дорівнює  $4,51 \pm 0,08$  мм. Товщина лівого передсердя дорівнює  $3,82 \pm 0,04$  мм, відповідно, правого передсердя –  $2,61 \pm 0,02$  мм. Середнє значення товщини стінки обох передсердь становить  $3,21 \pm 0,08$  мм (табл. 3.1).

Згідно з такими лінійними параметрами серця та його морфологічними складовими середня маса його лівого передсердя дорівнює  $1,5 \pm 0,14$  г ( $15,46 \pm 0,08\%$ ). Середня маса правого передсердя становить  $1,1 \pm 0,11$  г ( $11,34 \pm 0,62\%$ ), що є достовірно ( $P < 0,01$ ) у 1,36 раза меншою стосовно маси лівого передсердя. Відповідно середня маса обох передсердь серця кроля дорівнює  $2,6 \pm 0,33$  г та становить  $26,8 \pm 1,42\%$  стосовно до середньої маси серця без епікардіального жиру (табл. 3.2).

Маса лівого шлуночка серця кроля є найбільшою і дорівнює  $4,6 \pm 0,37$  г ( $47,42 \pm 2,76\%$ ). Середня маса правого шлуночка має проміжне значення стосовно маси лівого шлуночка та маси правого та лівого передсердь і становить  $2,5 \pm 0,19$  г ( $25,77 \pm 1,28\%$ ). Відповідно маса серця правого шлуночка є достовірно ( $P < 0,01$ ) у 1,84 раза меншою порівняно з такою у лівого шлуночка. При цьому середня маса серця обох шлуночків становить  $7,1 \pm 0,52$  г, або

73,19±3,92%, відносно до чистої маси (9,7±0,82 г) серця (табл. 3.2).

Згідно з такими морфометричними показниками, маса обох шлуночків серця кроля достовірно ( $P < 0,001$ ) у 2,7 раза більша, відносно середньої маси обох передсердь.

Таблиця 3.2

**Морфометрія серця, шлуночків та передсердь  
статевозрілого кроля (*Oryctolagus Cuniculus* L. 1758),  
 $M \pm m, n = 5$**

| Показники                                                          | Абсолютна<br>маса, (г) | Відносна<br>маса, (%) |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| 1. Ліве передсердя                                                 | 1,5±0,14               | 15,46±0,88            |
| 2. Праве передсердя                                                | 1,1 ±0,11              | 11,34±0,62            |
| 3. Праве та ліве передсердя (разом)                                | 2,6±0,33               | 26,8±1,42             |
| 4. Лівий шлуночок                                                  | 4,6±0,37               | 47,42±2,76            |
| 5. Правий шлуночок                                                 | 2,5±0,19               | 25,77±1,28            |
| 6. Лівий та правий шлуночки<br>(разом)                             | 7,1±0,52               | 73,19±3,92            |
| 7. Маса серця (без епікардіального<br>жиру)                        | 9,7±0,82               | 100                   |
| 8. Коефіцієнт відношення маси<br>шлуночків до<br>чистої маси серця | 1:0,73                 |                       |
| 9. Коефіцієнт відношення маси<br>передсердь до чистої маси серця   | 1:0,27                 |                       |
| 10. Коефіцієнт відношення маси<br>передсердь до маси шлуночків     | 1:0,37                 |                       |

За таких параметрів, коефіцієнт відношення маси шлуночків серця статевозрілих кролів до його чистої маси дорівнює 1:0,73, відповідно коефіцієнт відношення маси передсердь серця до його чистої маси – 1:0,27, а коефіцієнт

---

відношення маси передсердь до маси шлуночків – 1:0,37 (табл. 3.2).

Стінка серця сформована трьома оболонками: внутрішньою – ендокард, середньою – міокард і зовнішньою – епікард.

Внутрішня оболонка серця вистилає зсередини камери серця, сухожилкові струни, папілярні м'язи та клапани серця. У внутрішній оболонці розрізняють чотири шари: ендотелій (вистилає поверхню ендокарда), субендотеліальний, м'язово-еластичний та зовнішній сполучно-тканинний.

Зовнішня оболонка серця (вісцеральний листок перикарда – серозна оболонка) вкриває міокард зовні. Вона побудована з волокнистої сполучної тканини, у якій виявляється багато колагенових та еластичних волокон, така оболонка вкрита мезотелієм та містить судини і нерви. У зовнішній оболонці, особливо біля кровоносних судин, зустрічаються жирові клітини, які часто формують жирову тканину.

Більш розвиненою оболонкою серця є міокард – середня оболонка, особливо лівого шлуночка, де він більше як у два рази товстіший, ніж правого шлуночка (табл. 3.1).

Згідно з результатами гістологічних досліджень, міокард утворений м'язовими клітинами – кардіоміоцитами, які формують єдиний масив м'язових волокон (рис. 3.11; 3.12).

За фарбування гістопрепаратів за методом Гейденгайна кардіоміоцити на поздовжньому зрізі мають прямокутну форму, вони чітко оконтуровані сарколемою та містять саркоплазму і ядра. У саркоплазмі виявляється поперечна та поздовжня посмугованість (рис. 3.13). Між кардіоміоцитами виявляються прошарки пухкої сполучної тканини, де знаходяться судини та нерви (рис. 3.14).

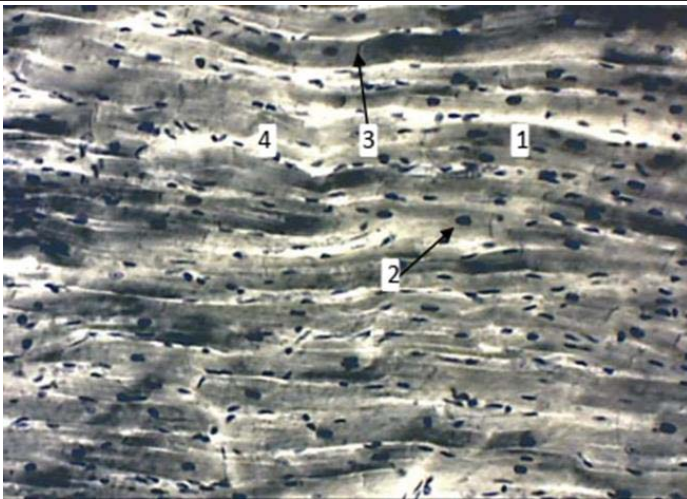


Рис. 3.11. Мікроскопічна будова міокарда лівого шлуночка статевозрілого кроля: 1 – кардіоміоцити; 2 – ядра кардіоміоцитів; 3 – вставні диски; 4 – міжм'язова сполучна тканина. Фарбування за методом Гейденгайна. х 120.

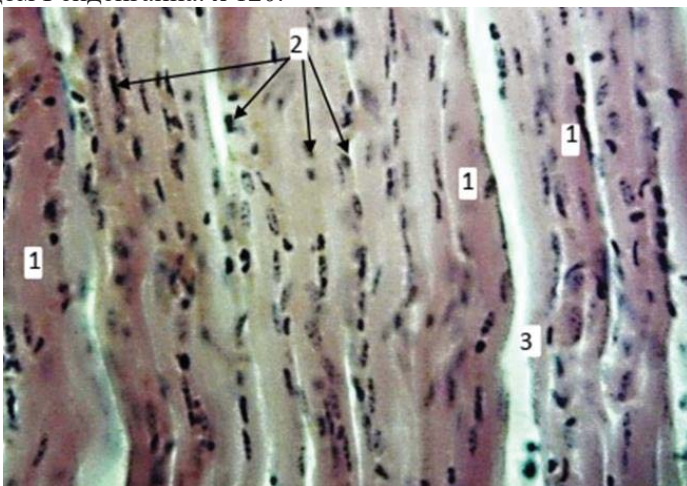


Рис. 3.12. Мікроскопічна будова міокарда лівого шлуночка статевозрілого кроля: 1 – м'язові волокна; 2 – ядра кардіоміоцитів; 3 – міжм'язова сполучна тканина. Гематоксилін та еозин. х 280.

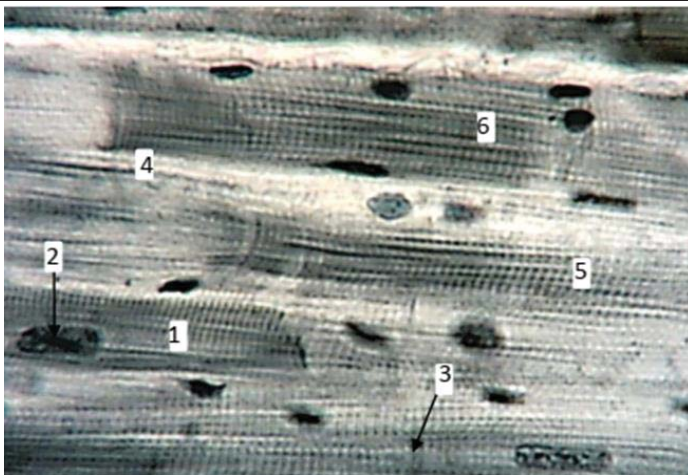


Рис. 3.13. Мікроскопічна будова міокарда лівого шлуночка статевозрілого кроля: 1 – кардіоміоцити; 2 – ядра кардіоміоцитів; 3 – вставні диски; 4 – міжм'язова сполучна тканина; 5 – поперечна посмугованість; 6 – поздовжня посмугованість. Фарбування за методом Гейденгайна. х 600.

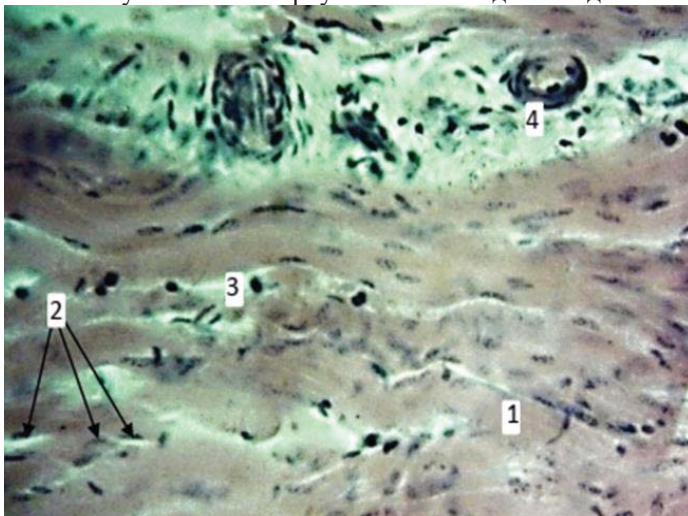


Рис. 3.14. Мікроскопічна будова міокарда лівого шлуночка статевозрілого кроля: 1 – м'язові волокна; 2 – ядра кардіоміоцитів; 3 – міжм'язова сполучна тканина; 4 – судини. Гематоксилін та еозин. х 280.

Ядра (одне, рідше два) знаходяться у центральній частині саркоплазми, вони мають овальну, округлу або видовжену (паличкоподібну) форми. У каріоплазмі кардіоміоцитів статевозрілих кролів міститься чітко виражений ядерний хроматин, який у вигляді дрібних або ж крупніших зерен розміщений по всьому периметру каріоплазми (рис. 3.15).

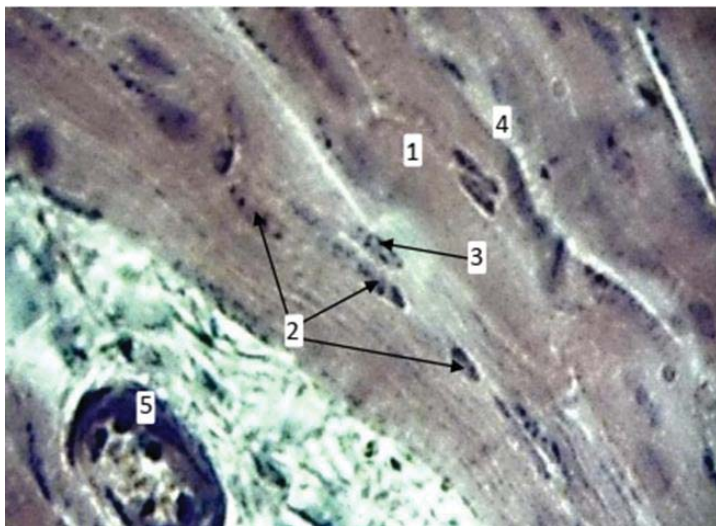


Рис. 3.15. Мікроскопічна будова міокарда лівого шлуночка статевозрілого кроля: 1 – м'язові волокна; 2 – ядра кардіоміоцитів; 3 – ядерний хроматин; 4 – міжм'язова сполучна тканина; 5 – судина. Гематоксилін та еозин. х 600.

Кардіоміоцити мають різну товщину та довжину. У кролів вони щільно прилягають один до одного (див. рис. 3.11; 3.12), а в окремих ділянках знаходяться у дещо розпушеному стані.

За фарбування гістопрепаратів гематоксиліном та еозином та за методом Гейденгайна, волокна міокарду, які

сформовані кардіоміоцитами, забарвлюються переважно рівномірно. Вони у своєму складі містять незначну кількість міофібрил, які зосереджені ближче до периферії волокна. Їх поперечна посмугованість виражена. Проте, за незначної кількості міофібрил, поздовжня та поперечна посмугованість м'язових волокон виражена слабо.

Згідно з результатами морфометрії, кардіоміоцити залежно від їх морфотопографії (лівий, правий шлуночки, передсердя), а значить функціонального навантаження, мають неоднозначні цитометричні характеристики. При цьому, кількісні значення кардіоміоцитів лівого шлуночка міокарду серця, значно більші, ніж правого: середня довжини кардіоміоцитів лівого шлуночка достовірно ( $p \leq 0,05$ ) у 1,29 раза є більшою, ніж правого і становить  $56,14 \pm 1,81$  мкм, відповідно, ширина кардіоміоцитів шлуночка більша у 1,14 раза ( $p \leq 0,05$ ) і дорівнює  $8,02 \pm 0,112$  мкм (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

**Гістометрія кардіоміоцитів статевозрілого кроля  
(*Oryctolagus Cuniculus* L. 1758),  $M \pm m$ ,  $n = 5$**

| Показники                | Довжина кардіоміоцитів, (мкм) | Ширина кардіоміоцитів, (мкм) | Об'єм кардіоміоцитів (мкм <sup>3</sup> ) | Об'єм ядер кардіоміоцитів (мкм <sup>3</sup> ) | Ядерно-цитоплазматичне відношення |
|--------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------|
| Лівий шлуночок           | $56,14 \pm 1,81$              | $8,02 \pm 0,112$             | $2834,59 \pm 319,99$                     | $42,01 \pm 3,12$                              | $0,0161 \pm 0,0054$               |
| Правий шлуночок          | $43,64 \pm 1,38^*$            | $7,04 \pm 0,42^*$            | $1697,85 \pm 239,06^*$                   | $40,14 \pm 3,93$                              | $0,0242 \pm 0,0048^*$             |
| Праве та ліве передсердя | $37,02 \pm 1,26$              | $5,92 \pm 0,29$              | $1018,47 \pm 119,66$                     | $38,22 \pm 3,98$                              | $0,0389 \pm 0,0062$               |

Примітка: \*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$  по відношенню до лівого.

Подібні морфометричні показники спостерігаються при розрахунку об'ємів кардіоміоцитів: найбільший об'єм виявлено для лівого шлуночка ( $2834,59 \pm 319,99$  мкм<sup>3</sup>), об'єм кардіоміоцитів правого шлуночка, порівняно з лівим шлуночком, достовірно ( $p \leq 0,05$ ) менший у 1,67 раза та становить, відповідно,  $1697,85 \pm 239,06$  мкм<sup>3</sup> (табл. 3.3; рис. 3.16).

Об'єм ядер кардіоміоцитів має подібні значення: об'єм ядер лівого шлуночка –  $42,01 \pm 3,12$  мкм<sup>3</sup>, відповідно, правого –  $40,14 \pm 3,93$  (табл. 3.3; рис. 3.16).

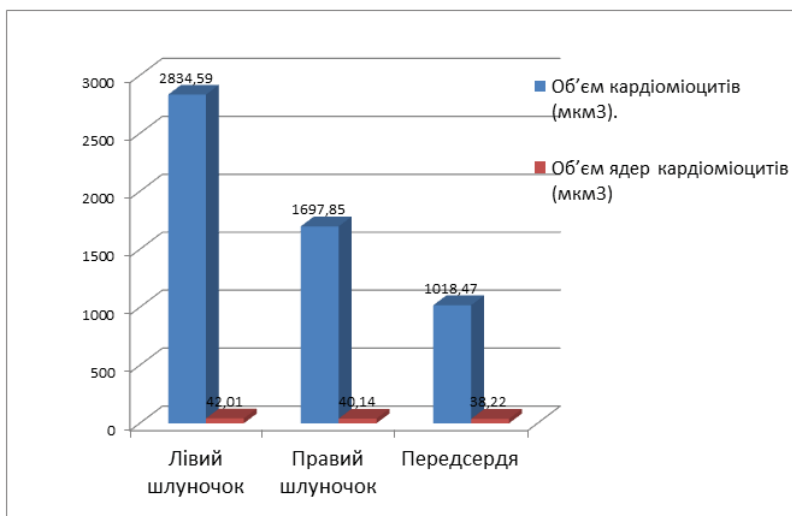


Рис. 3.16. Гістометрія кардіоміоцитів міокарду серця статевозрілого кроля.

Виявлені нами такі неоднозначні цитометричні параметри об'ємів кардіоміоцитів та їх ядер у правому та лівому шлуночках (рис. 3.17) формують у них різне ядерно-цитоплазматичне відношення: менше ядерно-цитоплазматичне відношення характерне для кардіоміоцитів

лівого шлуночка ( $0,0161 \pm 0,0054$ ) та достовірно ( $p \leq 0,05$ ) у 1,5 рази більше для кардіоміоцитів правого шлуночка ( $0,0242 \pm 0,0048$ ), що вказує про функціональну активність кардіоміоцитів лівого шлуночка.

Найменші цитометричні величини (довжина, ширина, об'єм) виявлені у кардіоміоцитів передсердь (табл. 3). При цьому ЯЦВ кардіоміоцитів передсердь щодо лівого та правого шлуночків, відповідно, було ( $p \leq 0,001$ ) у 2,42 та у 1,62 рази ( $p \leq 0,05$ ) більшим та дорівнювало  $0,0389 \pm 0,0062$  (табл. 3.3; рис. 3.17).

Таким чином, виявлені нами неоднозначні органометричні, цито- та каріометричні характеристики кардіоміоцитів шлуночків та передсердь ми пов'язуємо функціональною діяльністю роботи серця: передсердя отримують кров, що повертається до серця від тіла тварин, а шлуночки перекачують кров від серця до тіла, виконуючи при тім найбільше навантаження.

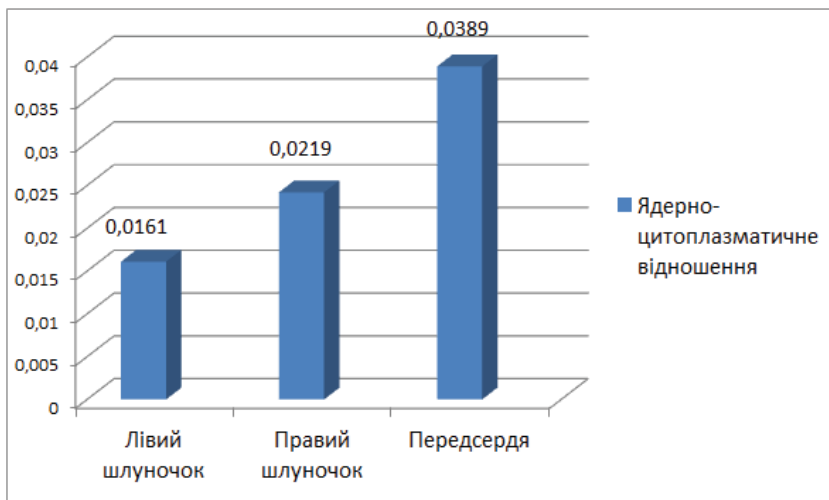


Рис. 3.17. Ядерно-цитоплазматичне відношення кардіоміоцитів міокарду серця статевозрілого кроля.

### 3.1.2. Морфологія серця свійського собаки (*Canis lupus familiaris* L., 1758)

Серце у собак (рис. 3.18; 3.19) знаходиться у грудній порожнині між легень і займає простір від 3–7 ребра та зміщене дещо вліво.

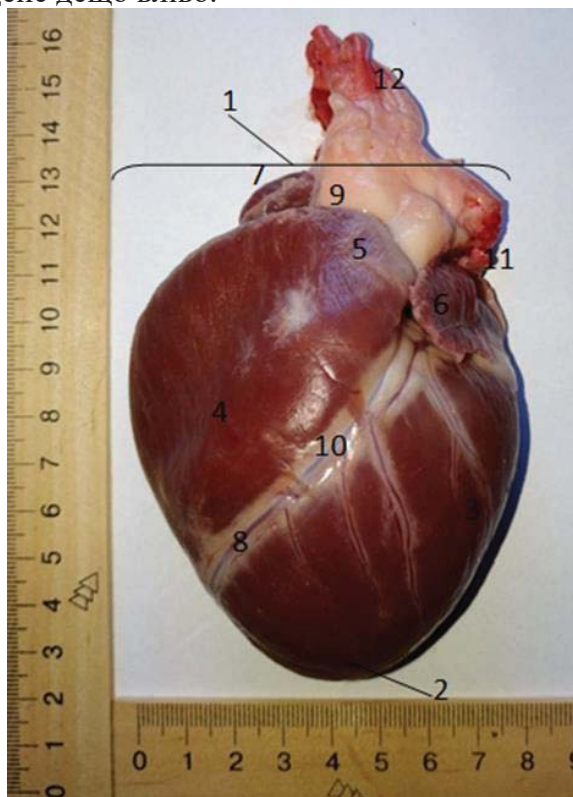


Рис. 3.18. Макроскопічна будова серця статевозрілого собаки (проекція серця з лівої сторони): 1 – основа серця; 2 – верхівка серця; 3 – правий шлуночок; 4 – лівий шлуночок; 5 – ліве передсердя; 6 – ліве серцеве вушко; 7 – праве серцеве вушко; 8 – біляконусна міжшлуночкова борозна; 9 – субепікардіальний жир; 10 – кровonosні судини; 11 – легеневі вени; 12 – аорта. Макропрепарат.

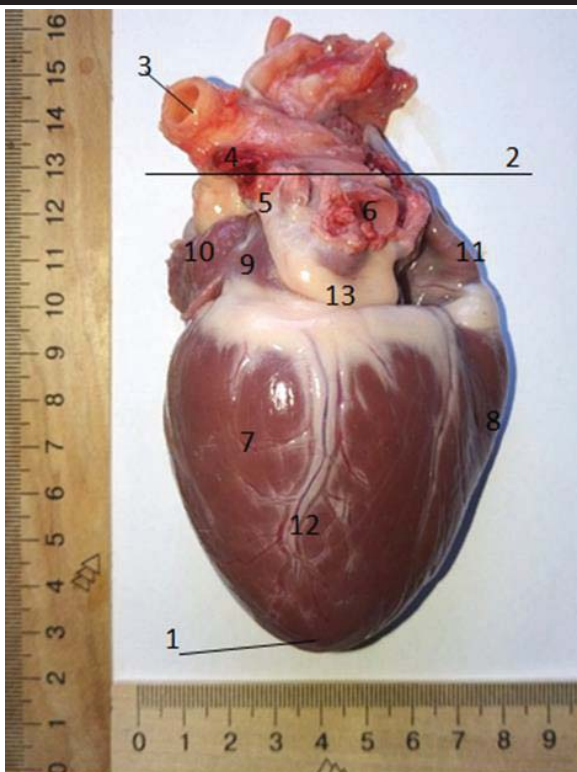


Рис. 3.19. Макроскопічна будова серця статевозрілого собаки (проекція серця з правої сторони): 1 – верхівка серця; 2 – основа серця; 3 – аорта; 4 – стовбур легневих артерій; 5 – краніальна порожниста вена; 6 – каудальна порожниста вена; 7 – правий шлуночок; 8 – лівий шлуночок; 9 – праве передсердя; 10 – праве серцеве вушко; 11 – ліве передсердя; 12 – підпазушна міжшлуночкова борозна; 13 – субепікардіальний жир. Макропрепарат.

Основа серця міститься на рівні середини першого ребра, а верхівка у ділянці 6–7 – го ребер. Аорта виходить із лівого шлуночка серця, позаду легеневого стовбура.

Прямуючи вгору і дорсально до хребта, вона робить дугу на рівні 11-го грудного хребця.

Зовні епікард серця гладенький, вологий, блискучий, біло-сірого кольору, прозорий, без будь-яких нашарувань, відмічено наявність невеликої кількості жиру біло-сірого кольору. Міокард серця пружної консистенції, блідо-червоного кольору з поверхні та на розрізі малюнок волокон виражений добре.

Серце собак має розширену основу, що направлена дорсокраніально та звужену верхівку, яка направлена вентрокаудально (рис. 3.18; 3.19).

Таблиця 3.4

**Лінійні параметри серця статевозрілого собаки,  
(*Canis lupus familiaris* L., 1758),  $M \pm m$ ,  $n = 5$**

| Показники                                          | Цифрові значення |
|----------------------------------------------------|------------------|
| 1. Висота серця (см)                               | 11,09 ± 0,04     |
| 2. Ширина серця (см)                               | 7,6 ± 0,02       |
| 3. Товщина серця (см)                              | 4,8 ± 0,01       |
| 4. Окружність серця (см)                           | 17,7 ± 0,08      |
| 5. Індекс розвитку (форми) серця (%)               | 145,9 ± 6,56     |
| 6. Середнє значення товщини стінки шлуночків (мм)  | 13,24 ± 0,21     |
| 7. Товщина стінки лівого шлуночка (мм)             | 15,92 ± 0,34     |
| 8. Товщина стінки правого шлуночка (мм)            | 10,47 ± 0,11     |
| 9. Середнє значення товщини стінки передсердь (мм) | 4,01 ± 0,02      |
| 10. Товщина стінки лівого передсердя (мм)          | 4,37 ± 0,08      |
| 11. Товщина стінки правого передсердя (мм)         | 3,32 ± 0,05      |

За результатами наших досліджень, абсолютна маса серця собаки, становить  $167,58 \pm 9,46$  г, відносна маса –  $0,72 \pm 0,005$  %, середня маса серця без епікардіального жиру –  $154,22 \pm 8,04$  г. При цьому висота серця дорівнює  $11,09 \pm 0,04$

---

см, ширина –  $7,6 \pm 0,02$  см, товщина –  $4,8 \pm 0,01$ , окружність –  $17,7 \pm 0,08$  см (табл. 3.4). При тім індекс розвитку серця дорівнює  $145,9 \pm 6,56$  %. Згідно з аналізом виявлених нами лінійних морфологічних промірів серце досліджених нами статевозрілих собак частіше округлої (еліпсоподібної) форми, розширено-вкороченого типу (рис. 3.18; 3.19).

Згідно з результатами органометричних досліджень маса лівого шлуночка серця собаки дорівнює  $76,24 \pm 1,02$  г, маса правого шлуночка –  $43,59 \pm 0,62$  г. Середня маса обох шлуночків (правого та лівого) дорівнює  $120,26 \pm 1,98$  г, маса передсердь становить  $33,77 \pm 0,48$  г. При цьому коефіцієнт відношення маси шлуночків серця до його чистої маси дорівнює  $1:0,78$ , відповідно, коефіцієнт відношення маси передсердь до чистої маси серця –  $1:0,22$ , а коефіцієнт відношення маси передсердь до маси шлуночків становить  $1:0,28$  (табл. 3.5).

Товщина стінки шлуночків серця, залежно від їх морфофункціональної активності різна: товщина стінки лівого шлуночка ( $15,92 \pm 0,34$  мм) є у  $1,52$  рази ( $p \leq 0,01$ ) більшою ( $10,47 \pm 0,11$  мм), ніж правого. Товщина стінки передсердь становить  $4,01 \pm 0,02$  мм (табл. 3.5).

Стінка серця собаки утворена трьома оболонками: внутрішньою (ендокард), середньою (міокард) та зовнішньою (епікард), з яких найбільш розвинутою є м'язова оболонка.

Міокард передсердь побудований з двох шарів – зовнішнього, який є загальним для обох передсердь та глибоким. Міокард шлуночків утворений п'ятьма шарами: зовнішнім і внутрішнім, у яких м'язові волокна мають косопоздовжній напрямок, потім – зовнішнім і внутрішнім більш глибокими шарами та найглибшим шаром, м'язові волокна якого мають напрямок подібний літері «вісім». Завдяки такій будові шлуночків міокарду та їх функціональній діяльності, їх стінки значно товстіші за стінки передсердь.

Гістоархітектоніка міокарду сформована поперечнопосмугованими м'язовими волокнами, між якими знаходиться міжм'язова сполучна тканина (рис. 3.20). М'язові волокна міокарду мають різну ширину (мала, середня, велика) та довжину, вони зазвичай щільно прилягають одне до одного (рис. 3.21).

Таблиця 3.5

**Морфометрія серця, шлуночків та передсердь  
статевозрілого собаки, (*Canis lupus familiaris* L., 1758),  
 $M \pm m, n = 5$**

| Показники                                                                     | АМ (г)     | ВМ (%)     |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|
| 1. Ліве передсердя                                                            | 24,2±2,88  | 15,7±1,86  |
| 2. Праве передсердя                                                           | 9,6±2,01   | 6,23±0,94  |
| 3. Праве та ліве передсердя (разом)                                           | 33,8±0,48  | 21,93±2,14 |
| 4. Лівий шлуночок                                                             | 76,2±1,02  | 49,45±2,86 |
| 5. Правий шлуночок                                                            | 43,6±0,62  | 29,29±1,79 |
| 6. Лівий та правий шлуночки (разом)                                           | 120,3±1,98 | 78,07±4,68 |
| 7. Маса серця (без епікардіального жиру)                                      | 154,1±8,04 | 100        |
| 8. Коефіцієнт відношення маси шлуночків до чистої маси серця                  | 1:0,78     |            |
| 9. Коефіцієнт відношення маси передсердь до чистої маси серця                 | 1:0,21     |            |
| 10. Коефіцієнт відношення маси міокарду передсердь до маси міокарду шлуночків | 1:0,28     |            |

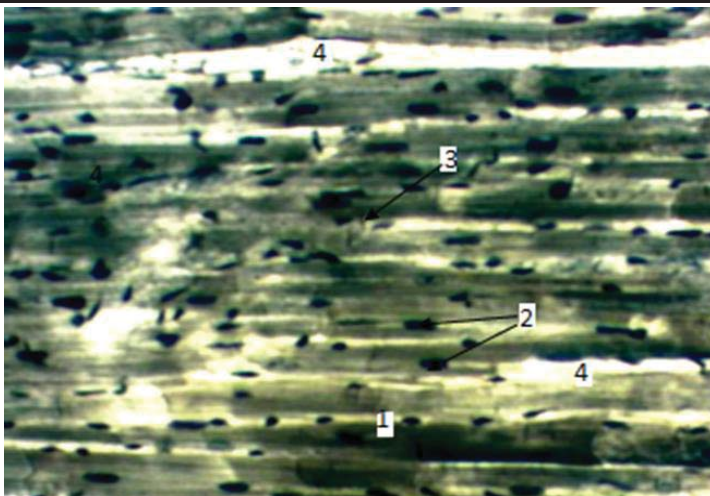


Рис. 3.20. Мікроскопічна будова міокарда правого шлуночка статевозрілого собаки: 1 – кардіоміоцити; 2 – ядра кардіоміоцитів; 3 – вставні диски; 4 – міжм'язова сполучна тканина. Примітки: Фарбування за методом Гейденгайна. X 280.

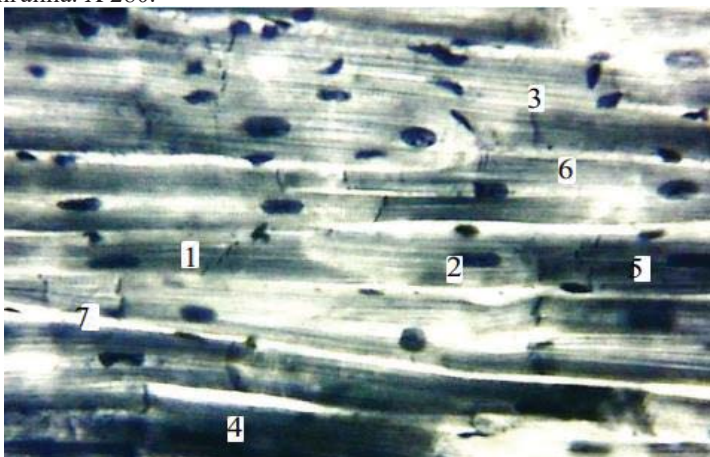


Рис. 3.21. Гістологічний зріз міокарда лівого шлуночка серця статевозрілого собаки: 1 – кардіоміоцити; 2 – ядра кардіоміоцитів; 3 – вставні диски; 4 – м'язове волокно великої товщини; 5 – м'язове волокно середньої товщини; 6 – м'язове волокно малої товщини; 7 – міжм'язова сполучна тканина. Фарбування за методом Гейденгайна. X 600.

---

У окремих місцях, на поздовжньому зрізі волокна анастомозами поєднані між собою у єдину морфофункціональну систему (рис. 3.22).

М'язові волокна міокарду сформовані скоротливими міоцитами – кардіоміоцитами, які за фарбування гістопрепаратів за методом Гейденгайна, мають вигляд темних поперечних смужок (рис. 3.23). У таких клітинах чітко диференціюється сарколема, саркоплазма та овальної форми ядра, що містяться у центральній частині кардіоміоцитів. У саркоплазмі кардіоміоцитів виразно виявляється поперечна (рис. 3.23) та поздовжня (рис. 3.24) посмугованість.

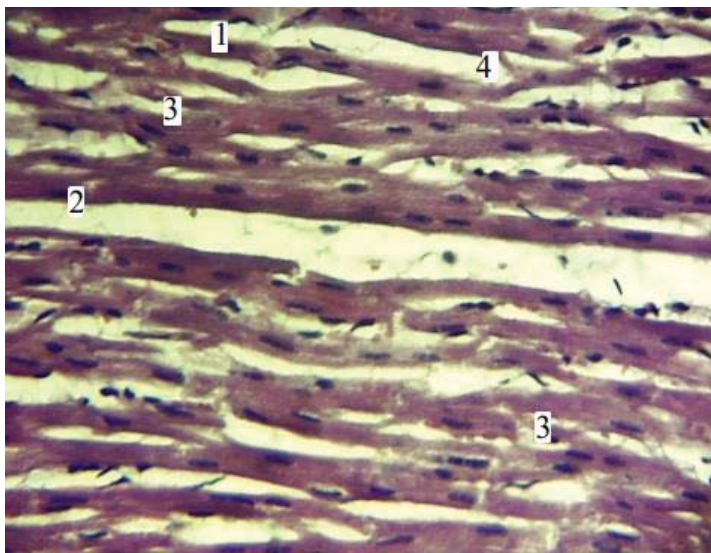


Рис. 3.22. Мікроскопічна будова міокарда правого шлуночка статевозрілого собаки: 1 – м'язові волокна; 2 – міжм'язова сполучна тканина; 3 – ядра кардіоміоцитів; 4 – анастомози. Гематоксилін та еозин. X 120.

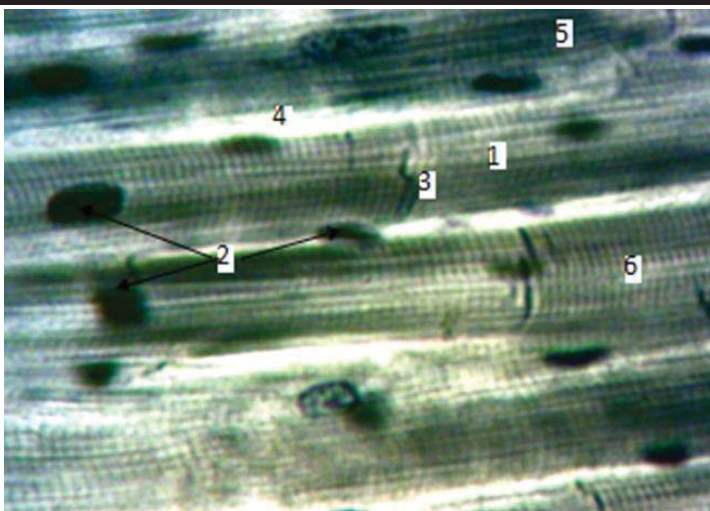


Рис. 3.23. Гістологічний зріз міокарда лівого шлуночка серця статевозрілого собаки: 1 – кардіоміоцити; 2 – ядра кардіоміоцитів; 3 – вставні диски; 4 – поперечна посмугованість. Фарбування за методом Гейденгайна. X 600.

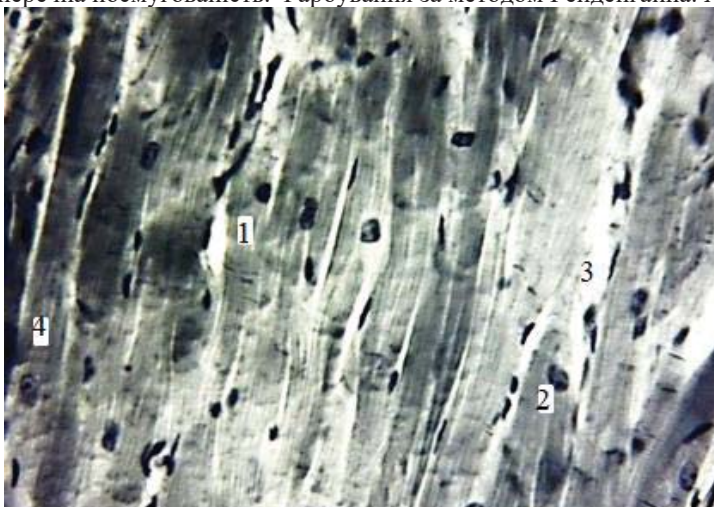


Рис. 3.24. Гістологічний зріз міокарда лівого шлуночка серця статевозрілого собаки: 1 – кардіоміоцити; 2 – ядра кардіоміоцитів; 3 – міжм'язова сполучна тканина; 4 – поздовжня посмугованість. Фарбування за методом Гейденгайна. X 400.

За результатами проведених нами морфометричних досліджень, кардіоміоцити лівого та правого шлуночків, кардіоміоцити передсердь, залежно від їх морфотопографії, а значить і від їх функціонального навантаження, мають неоднозначні цитометричні параметри. Проведений нами морфометричний аналіз мікроструктур міокарда засвідчує, що кількісні характеристики кардіоміоцитів лівого шлуночка серця собаки, значно більші, ніж такі у правого. Так, довжина та ширина кардіоміоцитів лівого шлуночка майже у 1,1 раза більші, ніж правого і дорівнює –  $46,06 \pm 1,12$  мкм (довжина) та  $9,02 \pm 0,39$  мкм (ширина), відповідно (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

**Гістометричні показники кардіоміоцитів статевозрілого собаки, (*Canis lupus familiaris* L., 1758),  $M \pm m$ ,  $n = 5$**

| Показники       | Довжина кардіоміоцитів (мкм) | Ширина кардіоміоцитів (мкм) | Об'єм кардіоміоцитів (мкм <sup>3</sup> ) | Об'єм ядер кардіоміоцитів (мкм <sup>3</sup> ) | Ядерно-цитоплазматичне відношення |
|-----------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------|
| Лівий шлуночок  | $46,06 \pm 1,12$             | $9,02 \pm 0,39$             | $2941,76 \pm 127,44$                     | $64,58 \pm 5,09$                              | $0,0224 \pm 0,0076$               |
| Правий шлуночок | $41,47 \pm 1,24$             | $8,29 \pm 0,42$             | $2237,24 \pm 103,02^*$                   | $59,97 \pm 5,83$                              | $0,0275 \pm 0,0081^*$             |
| Передсердя      | $39,06 \pm 1,35^*$           | $7,19 \pm 0,49^*$           | $1496,92 \pm 98,02^{**}$                 | $53,06 \pm 6,02^*$                            | $0,0367 \pm 0,0105^{**}$          |

Примітка: \*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$  по відношенню до лівого.

Подібні зміни встановлено нами і за морфометричного дослідження об'ємів кардіоміоцитів та їх ядер: найбільший об'єм кардіоміоцитів спостерігається у лівому шлуночку ( $2941,76 \pm 127,44$  мкм<sup>3</sup>), у правому шлуночку, такий показник

достовірно ( $p \leq 0,05$ ) менший у 1,31 раза і дорівнює  $2237,24 \pm 103,02 \text{ мкм}^3$  (табл. 3.6; рис. 3.25).

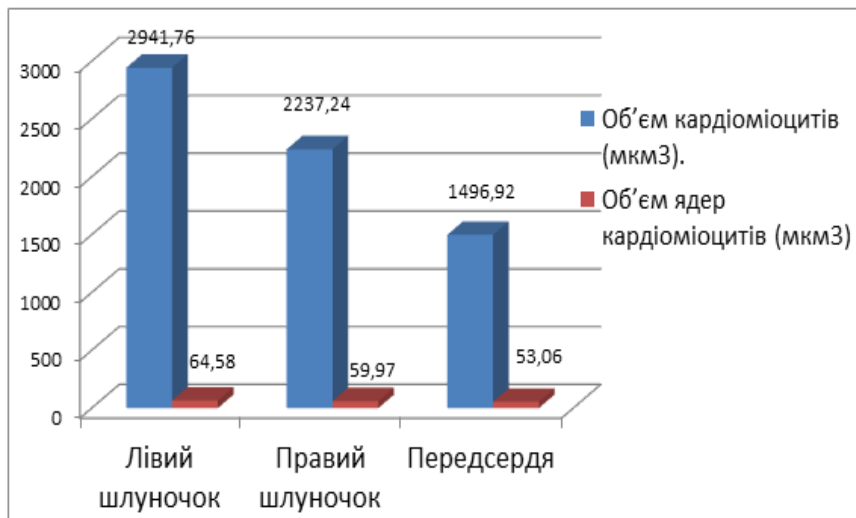


Рис. 3.25. Гістометрія кардіоміоцитів міокарду серця свійського собаки.

Подібні результати морфометричних параметрів виявляли і при визначенні об'єму ядер кардіоміоцитів: середній об'єм ядра кардіоміоцитів лівого шлуночка становить  $64,58 \pm 5,09 \text{ мкм}^3$ , правого шлуночка –  $59,97 \pm 5,83 \text{ мкм}^3$  (табл. 3.6; рис. 3.25).

Згідно з такими неоднозначними кількісними цитометричними характеристиками кардіоміоцитів для шлуночків серця собак сформувалося для них різне ядерно-цитоплазматичне відношення: найменше ядерно-цитоплазматичне відношення було характерне для кардіоміоцитів лівого шлуночка ( $0,0224 \pm 0,0076$ ) і значно більше для кардіоміоцитів правого шлуночка ( $0,0275 \pm 0,0081$ ),

що свідчило про їх морфофункціональну активність (табл. 3.6; рис. 3.26).

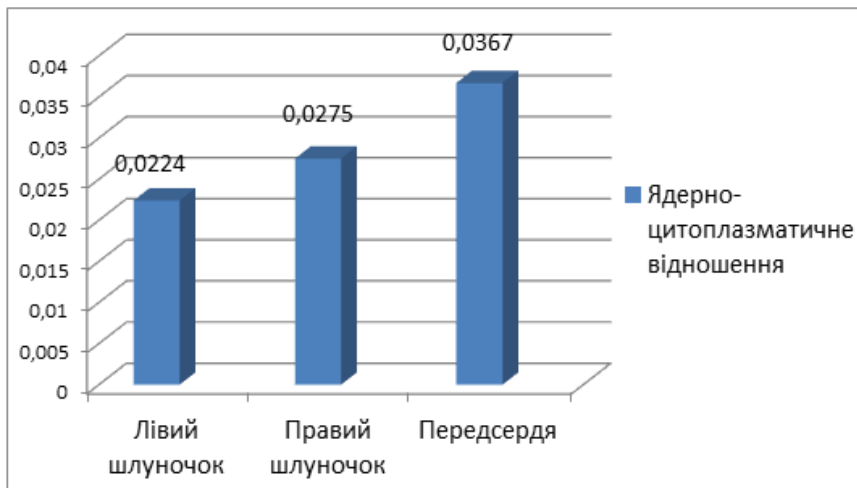


Рис. 3.26. Ядерно-цитоплазматичне відношення кардіоміоцитів міокарду серця свійського собаки.

Значно менші цитометричні параметри (довжина, ширина, об'єм клітин, об'єм ядер) властивими були для кардіоміоцитів передсердь, і тому, такі кардіоміоцити мали найбільше для них ядерно-цитоплазматичне відношення ( $0,0367 \pm 0,0105$ ), (табл. 3.6; рис. 3.26).

Такі неоднозначні морфометричні цифрові значення кардіоміоцитів лівого і правого шлуночків та передсердь серця ми пов'язуємо з морфофункціональними особливостями роботи серця: передсердя отримують кров, що повертається до серця від тіла тварин, виконуючи значно менше навантаження, а шлуночки перекачують кров від серця до тіла тварин, виконуючи значно більше навантаження.

---

### 3.1.3. Морфологія серця свині свійської (*Sus scrofa, forma domestica* L., 1758)

Серце свині відносно великого розміру, еліпсо-конусоподібної форми, яку йому надає розширена основа та загострена (звужена) верхівка (рис. 3.27; 3.28). Знаходиться серце у навколосерцевій сумці (перикарді) – зовнішній сполучнотканинній оболонці (щільному мішку), яка облягає серце з усіх боків.

Топографічно серце знаходиться у грудній порожнині між правою та лівою легеньми, краніально від діафрагми та дещо зміщене ліворуч від серединної площини. Його розширена основа (є місцем прикріплення великих судин, через які кров потрапляє до легенів та органів системи кровообігу) знаходиться на рівні плечового суглоба (на рівні середини першого ребра) і спрямована дорсокраніально та праворуч. Загострена верхівка серця знаходиться у ділянці 5–6-го міжреберного проміжку, біля груднини у ділянці з'єднання 7-го ребра з його хрящем. Вона спрямована вентрокаудально та ліворуч, не досягаючи діафрагми і груднини, з якими з'єднується діафрагмально-перикардіальною та груднино-перикардіальною зв'язками. Краніальний край серця лежить на рівні третього, а каудальний – на рівні шостого ребра.

На поверхні серця свині чітко виражені міжшлуночкові зовнішні борозни (права та ліва), а всередині товста непроникна м'язова стінка (перегородка) розділяють як шлуночки між собою, так і передсердя та кровоносні судини на ліву і праву половини, які не з'єднуються між собою (рис. 3.27; 3.28).

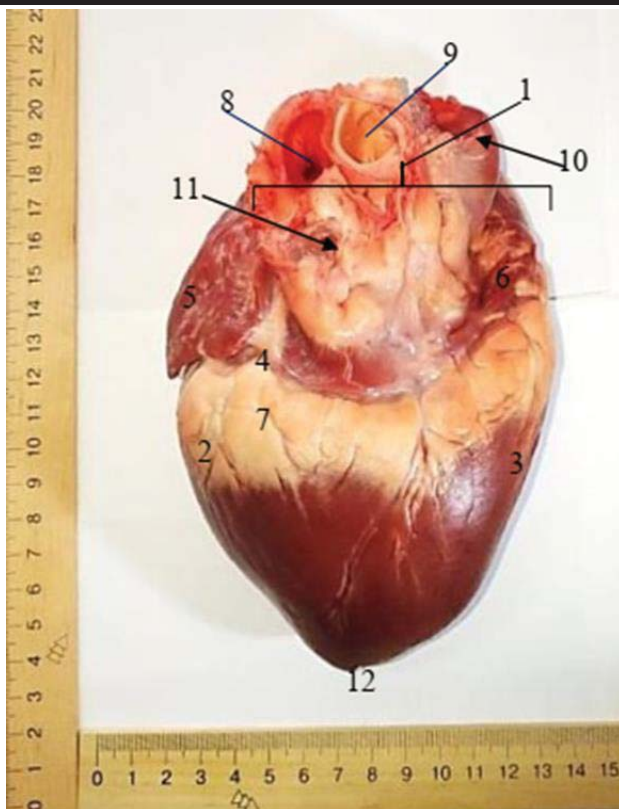


Рис. 3.27. Макроскопічна будова серця статевозрілої свині (каудальна проекція): 1 – основа серця; 2 – лівий шлуночок; 3 – правий шлуночок; 4 – ліве передсердя; 5 – ліве серцеве вушко; 6 – праве серцеве вушко; 7 – субепікардіальний жир; 8 – артерія легенева 9 – аорта; 10 – каудальна порожниста вена; 11 – легеневі вени; 12 – верхівка серця. Макропрепарат.

У ділянці переходу міжшлуночкової борозни з краніального напрямку у каудальний, ближче до правого краю серця свині, знаходиться серцева вирізка.

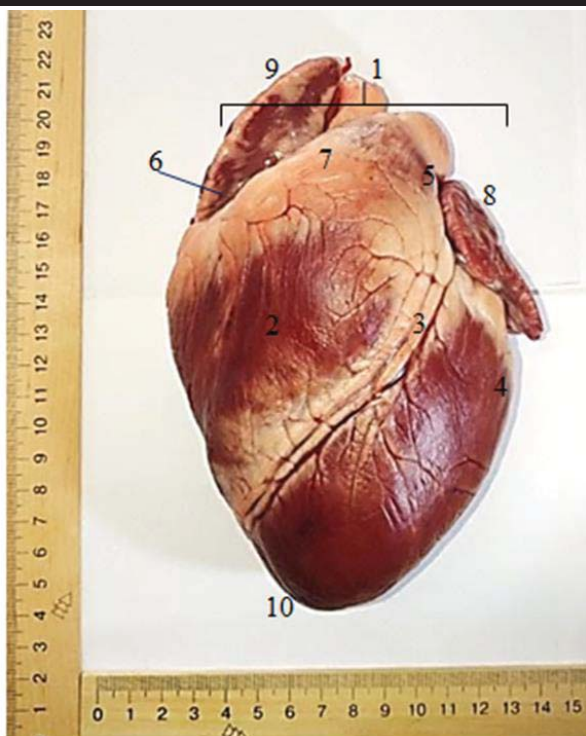


Рис. 3.28. Макроскопічна будова серця статевозрілої свині (проекція серця з правої сторони): 1 – основа серця; 2 – лівий шлуночок; 3 – підпазушна міжшлуночкова борозна; 4 – правий шлуночок; 5 – праве передсердя; 6 – ліве передсердя; 7 – субепікардіальний жир; 8 – праве серцеве вушко; 9 – ліве серцеве вушко; 10 – верхівка серця. Макропрепарат.

Кожна половина серця ззовні, вінцевою борозною, яка знаходиться впоперек серця, ближче його основи, розділена (ліворуч і праворуч) на дві сполучені камери – тонкостінне передсердя та товстостінний шлуночок, які розділені між собою, стулковим клапаном, який забезпечує рух крові тільки в одному напрямку – з передсердя у шлуночок.

---

Праве та ліве передсердя, знаходяться на самій розширеній основі органа. Там вони формують мішкоподібні випинання – однойменні великі за розмірами та чітко виражені серцеві вушка (рис. 3.28). Останні топографічно розташовані у краніальному напрямку та знаходяться праворуч і ліворуч, стосовно стовбура легеневих артерій та аорти.

Шлуночки займають основну нижню частину серця, які ззовні розмежовані між собою міжшлуночковими підпазушною та біляконусною борознами. Останні поєднуються на краніальній поверхні серця, не досягаючи його верхівки, відділяючи ПШ від ЛШ. Звужена верхівка серця відноситься до ЛШ, який розташований ліворуч у каудальному напрямку. Правий шлуночок знаходиться праворуч у краніальному напрямку. Подібне розміщення мають міжшлуночкові борозни: підпазушна – у каудальному, біляконусна – краніальному напрямках. У верхній третині лівий та правий шлуночки серця більш виражені, об'ємніші та звужуються конусоподібно у напрямку верхівки (рис. 3.27; 3.28).

Органометричними дослідженнями серця статевозрілої свині встановлено, що його АМ становить  $487,4 \pm 8,12$  г, ВМ –  $0,29 \pm 0,004\%$ , маса серця без епікардіального жиру (чиста маса) дорівнює  $461,4 \pm 8,01$  г (табл. 3.7).

Висота серця становить  $15,9 \pm 0,07$  см, ширина в основі –  $10,3 \pm 0,06$  см, товщина –  $6,4 \pm 0,05$  см, окружність –  $26,5 \pm 0,12$  см. Індекс розвитку серця свині складає  $155,06 \pm 6,32\%$ , тому таке серце відноситься до розширено-видовженого (конусоподібного) типу (рис. 3.27; 3.28; табл. 3.7).

За результатами лінійних промірів стінка лівого шлуночка свині ( $26,7 \pm 0,51$  мм) майже у 2 раза товща, ніж

правого ( $14,4 \pm 0,32$  мм) шлуночка, стінка якого у свині тонкостінна і менш виразно сплюснута. Товщина стінки передсердь є найменшою: ПП –  $6,02 \pm 0,04$  мм, ЛП –  $7,81 \pm 0,06$  мм (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

**Лінійні параметри серця статевозрілої свині, (*Sus scrofa*,  
*forma domestica* L., 1758),  $M \pm m$ ,  $n = 5$**

| Показники                                          | Цифрові значення  |
|----------------------------------------------------|-------------------|
| 1. Висота серця (см)                               | $15,9 \pm 0,07$   |
| 2. Ширина серця (см)                               | $10,3 \pm 0,06$   |
| 3. Товщина серця (см)                              | $6,4 \pm 0,05$    |
| 4. Окружність серця (см)                           | $26,5 \pm 0,12$   |
| 5. Індекс розвитку (форми) серця (%)               | $155,06 \pm 6,32$ |
| 6. Середнє значення товщини стінки шлуночків (мм)  | $20,55 \pm 0,24$  |
| 7. Товщина стінки лівого шлуночка (мм)             | $26,7 \pm 0,51$   |
| 8. Товщина стінки правого шлуночка (мм)            | $14,4 \pm 0,32$   |
| 9. Середнє значення товщини стінки передсердь (мм) | $6,93 \pm 0,09$   |
| 10. Товщина стінки лівого передсердя (мм)          | $7,81 \pm 0,06$   |
| 11. Товщина стінки правого передсердя (мм)         | $6,02 \pm 0,04$   |

Лінійні параметри стінки шлуночків та передсердь серця корелюють з показниками їх маси. Причому існує певна залежність між товщиною стінки шлуночків та передсердь з їх абсолютною та відносною масою, що підкреслює зв'язок лінійних розмірів серця з його АМ.

Так, згідно з морфометрією анатомічних структур серця, більш об'ємними за абсолютною та відносною масою є лівий і правий шлуночки. Найбільша АМ ( $250,9 \pm 5,37$  г) та ВМ ( $54,38 \pm 3,18$  %) характерна для ЛШ, який витримує у серці найбільші навантаження. Різниця між абсолютною масою між лівим та правим шлуночками дорівнює 138,1 г. Середня

АМ обох шлуночків становить  $363,7 \pm 11,14$  г ( $78,83 \pm 5,92\%$ ), (табл. 3.8).

Менші значення характерні для лівого ( $59,6 \pm 2,16$  г;  $12,91 \pm 0,09\%$ ) та правого ( $38,1 \pm 1,92$  г;  $8,26 \pm 0,11\%$ ) передсердь. Середнє значення абсолютної маси передсердь серця свині дорівнює  $97,7 \pm 5,49$  г ( $21,17 \pm 2,01\%$ ), (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

**Морфометрія серця, шлуночків та передсердь  
статевозрілої свині, (*Sus scrofa, forma domestica* L., 1758),  
 $M \pm m, n = 5$**

| Показники                                                                     | АМ (г)            | ВМ (%)           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------|
| 1. Серце                                                                      | $487,4 \pm 8,12$  | $0,29 \pm 0,004$ |
| 2. Ліве передсердя                                                            | $59,6 \pm 2,16$   | $12,91 \pm 0,09$ |
| 3. Праве передсердя                                                           | $38,1 \pm 1,92$   | $8,26 \pm 0,11$  |
| 4. Праве та ліве передсердя (разом)                                           | $97,7 \pm 5,49$   | $21,17 \pm 2,01$ |
| 5. Лівий шлуночок                                                             | $250,9 \pm 5,37$  | $54,38 \pm 3,18$ |
| 6. Правий шлуночок                                                            | $112,8 \pm 4,03$  | $24,45 \pm 1,62$ |
| 7. Лівий та правий шлуночки<br>(разом)                                        | $363,7 \pm 11,14$ | $78,83 \pm 5,92$ |
| 8. Маса серця (без епікардіального жиру)                                      | $461,4 \pm 8,01$  | 100              |
| 9. Коефіцієнт відношення маси шлуночків до чистої маси серця                  | 1:0,79            |                  |
| 10. Коефіцієнт відношення маси передсердь до чистої маси серця                | 1:0,21            |                  |
| 11. Коефіцієнт відношення маси міокарду передсердь до маси міокарду шлуночків | 1:0,27            |                  |

Виходячи з цього, абсолютна маса шлуночків достовірно ( $P < 0,001$ ) у 3,7 раза більша, ніж абсолютна маса передсердь. Тому, коефіцієнт відношення абсолютної маси

---

шлуночків серця свині до абсолютної маси серця без епікардіального жиру дорівнює 1:0,79, відповідно, коефіцієнт відношення абсолютної маси передсердь дорівнює 1:0,21, а коефіцієнт відношення абсолютної маси міокарду передсердь серця до абсолютної маси міокарду шлуночків становить 1:0,27 (табл. 3.8).

Стінка серця побудована з ендокарду (внутрішньої оболонки серця), міокарду (середня м'язова оболонка) та епікарду (зовнішньої оболонки серця).

Зовнішня оболонка серця (епікард), є важливим анатомічним і функціональним елементом серцевої стінки. Вона утворена волокнистою сполучною тканиною (зменшуючи тертя між серцем і навколишніми тканинами), яка забезпечує міцність та еластичність оболонки, а також покрита мезотелієм (одношаровим плоским епітелієм), що вистеляє поверхню епікарду та забезпечує виділення серозної рідини. Волокниста сполучна тканина епікарду містить колагенові та еластичні волокна, які забезпечують механічну підтримку серця, а також судини і нерви, що живлять серцевий м'яз (міокард) та сприяють регуляції серцевої діяльності.

Епікард відіграє ключову роль у функціонуванні серцево-судинної системи, зокрема у підтриманні гомеостазу серця та його адаптації до фізіологічних і патологічних навантажень.

Ендокард сформований з ендотеліального, підендотеліального, м'язово-еластичного та сполучнотканинного шарів. Ендотеліальний шар ендокарду знаходиться на базальній мембрані, підендотеліальний шар сформований великою кількістю малодеференційованих клітин, м'язово-еластичний шар представлений гладкими м'язовими клітинами, сполучнотканинний шар утворений

---

волокнистою сполучною тканиною, сформованою товстими колагеновими, еластичними та ретикулярними волокнами.

Середня оболонка (міокард) – основний, найпотужніший шар стінки серця його шлуночків та передсердь. Стінка міокарду шлуночків серця має у своєму складі зовнішній та внутрішній (м'язові волокна яких мають косопоzdовжній напрямок) шари, зовнішній та внутрішній більш глибокі шари і найглибший шар, волокна якого мають напрямок подібний до вісімки. Міокард складається переважно з кардіоміоцитів (спеціалізованих м'язових клітин), які забезпечують ритмічні скорочення серця.

Міокард стінки передсердь утворений двома шарами зовнішнім та глибоким. Перший (зовнішній) є загальним для обох передсердь, їх м'язові волокна мають поперечний напрямок від правого до лівого серцевого вухка. М'язові волокна другого (глибокого) шару міокарду ПП та ЛП розташовані у поzdовжньому напрямку. Крім того, у ділянці венозних отворів міокарду серця, виявляються колові пучки м'язових волокон.

Кардіоміоцити утворюють розгалужену мережу завдяки численним міжклітинним з'єднанням, що забезпечує синхронність скорочення всього міокарду. Різноманітність розмірів кардіоміоцитів дозволяє серцю адаптуватися до різних умов, таких як збільшення об'єму крові або зміна опору судин. Мікроскопічна будова стінки міокарду сформована серцевими м'язовими волокнами, які утворені скоротливими (типовими) клітинами – кардіоміоцитами. Останні на поzdовжньому зрізі мають прямокутну форму, на поперечному – округлу (рис. 3.29). Між м'язовими волокнами виявляються прошарки пухкої сполучної тканини (міжм'язова сполучна тканина), де знаходиться значна кількість судин та нерви (рис. 3.30).

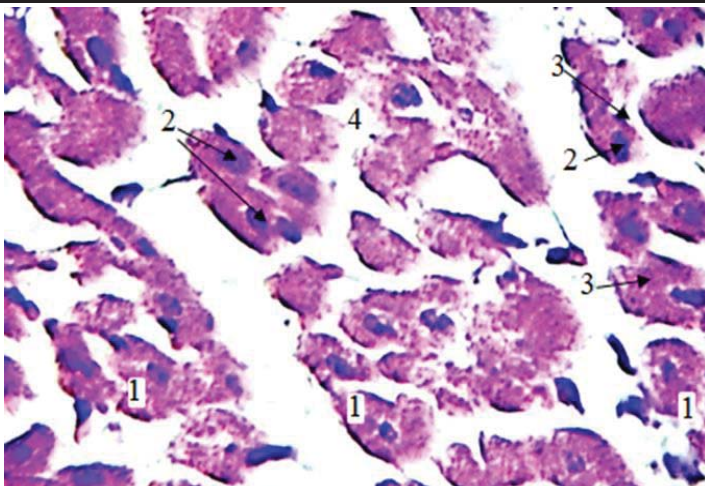


Рис. 3.29. Мікроскопічна будова міокарда лівого шлуночка серця статевозрілої свині (поперечний зріз): 1 – кардіоміоцити округлої форми; 2 – ядра; 3 – саркоплазма; 4 – міжм'язова сполучна тканина. Гематоксилін та еозин. х 400.

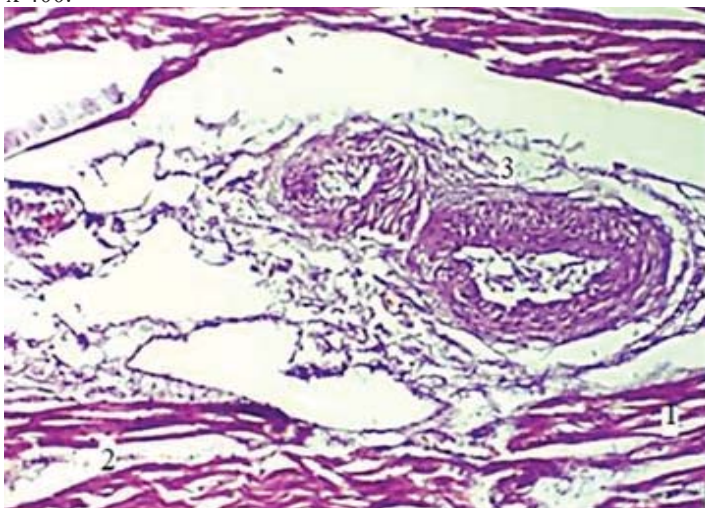


Рис. 3.30. Мікроскопічна будова міокарда лівого шлуночка серця статевозрілої свині: 1 – м'язові волокна; 2 – міжм'язова сполучна тканина; 3 – судини. Гематоксилін та еозин. х 56.

---

Особливістю будови кардіоміоцитів є наявність міжклітинних дисків – спеціалізованих контактів між сусідніми клітинами. Вони забезпечують електричну синхронізацію (завдяки щільним контактам і каналам іони швидко передаються між клітинами, забезпечуючи ефективне поширення імпульсу) та механічну міцність (десмосоми та адгезійні контакти дозволяють кардіоміоцитам витримувати навантаження під час скорочення серця).

М'язові волокна (кардіоміоцити) мають різну довжину та ширину, що забезпечує їх адаптацію до функціональних потреб серця. Так найбільші довжина ( $64,08 \pm 2,02$  мкм) та ширина ( $11,04 \pm 0,132$  мкм) характерні для кардіоміоцитів лівого шлуночка, найменші – для кардіоміоцитів передсердь, відповідно,  $55,49 \pm 1,98$  мкм та  $8,25 \pm 0,182$  мкм (рис. 3.31; табл. 3.9). У деяких місцях м'язові волокна міокарду з'єднуються між собою анастомозами (рис. 3.32), формуючи сіткоподібну структуру (рис. 3.33), що чітко помітно на поздовжньому зрізі м'язової тканини. Така будова міокарду сприяє швидкому та одночасному скороченню серцевого м'яза.

При фарбуванні гістопрепаратів міокарду серця свині за методом Гейденгайна саркоплазма кардіоміоцитів містить чітко виражену рівномірну порепечну посмугованість, що є характерною ознакою цього методу фарбування (рис. 3.34). Вона дозволяє детально дослідити структуру міокарду, зокрема, відобразити різницю між світлими та темними зонами, що є важливим для вивчення функціональної організації м'язових волокон. Така посмугованість утворена унаслідок чередування білків актину та міозину, які разом формують складний білок м'язових волокон (актоміозин) – актоміозиновий комплекс (актоміозинову систему), що є складовою частиною скоротливих (типових) клітин – кардіоміоцитів, зумовлюючи їх скорочувальну здатність.

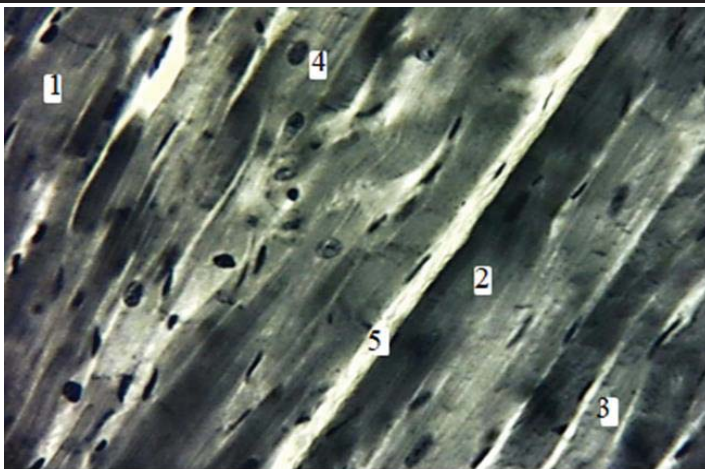


Рис. 3.31. Мікроскопічна будова міокарда лівого шлуночка серця статевозрілої свині: 1 – м'язове волокно великої товщини; 2 – м'язове волокно середньої товщини; 3 – м'язове волокно малої товщини; 4 – ядра кардіоміоцитів; 5 – міжм'язова сполучна тканина. Фарбування за методом Гейденгайна. х 280.

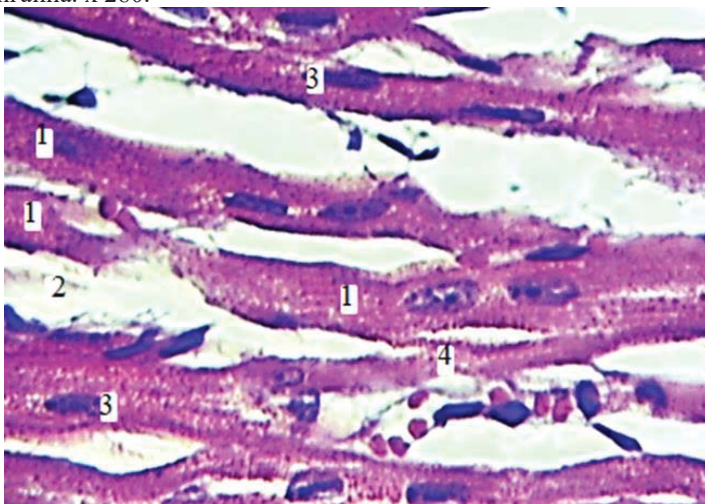


Рис. 3.32. Мікроскопічна будова міокарда правого шлуночка серця статевозрілої свині: 1 – м'язові волокна; 2 – міжм'язова сполучна тканина; 3 – ядра м'язових волокон; 4 – анастомози. Гематоксилін та еозин. х 600.

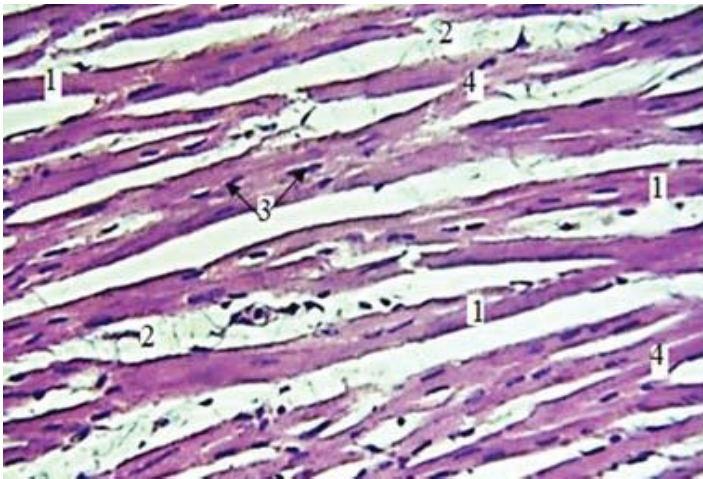


Рис. 3.33. Мікроскопічна будова міокарда лівого шлуночка серця статевозрілої свині: 1 – м'язові волокна у вигляді сіткоподібної будови; 2 – міжм'язова сполучна тканина; 3 – ядра м'язових волокон; 4 – анастомози. Гематоксилін та еозин. х 280.

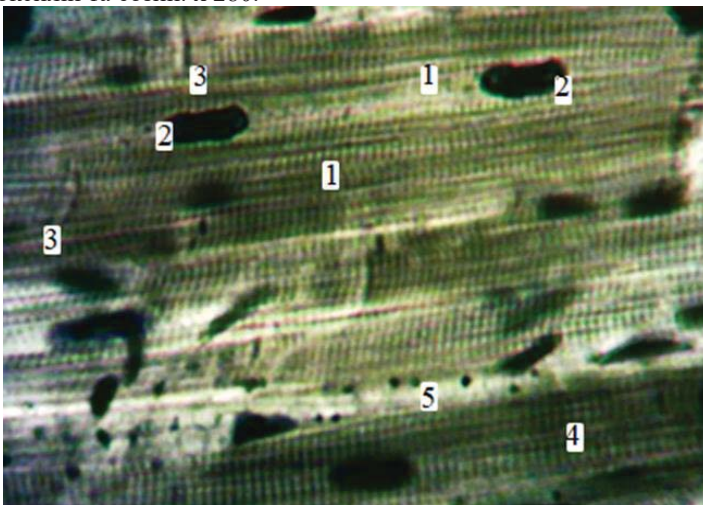


Рис. 3.34. Мікроскопічна будова міокарда лівого шлуночка серця статевозрілої свині: 1 – кардіоміоцити; 2 – ядра кардіоміоцитів; 3 – вставні диски; 4 – поперечна посмугованість; 5 – міжм'язова сполучна тканина. Фарбування за методом Гейденгайна. х 600.

Два типи білкових філаментів: актинові (тоненькі) та міозинові (товстіші) формують саркомери, які поєднуючись між собою, утворюють міофібрили. Останні у саркоплазмі скоротливих клітин (кардіоміоцитів) розташовані у певному порядку, формуючи таким чином поздовжню їх посмугованість (рис. 3.35; 3.36). Спільна робота актинових та міозинових філаментів у процесі скорочення забезпечує рух м'язових волокон, що в свою чергу сприяє ритмічному скороченню серця. Найінтенсивніше зафарбовуються ядра кардіоміоцитів, які знаходились у центрі саркоплазми. Ядра мають овальну або ж видовжену форму. У каріоплазмі виявлялись ядерця та, у вигляді зерен різної величини, ядерний хроматин, який рівномірно розташований у каріоплазмі.

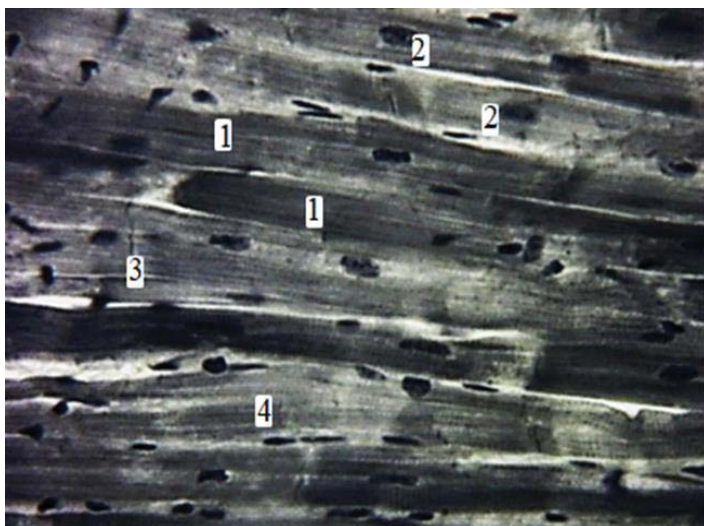


Рис. 3.35. Мікроскопічна будова міокарда правого шлуночка серця статевозрілої свині: 1 – кардіоміоцити; 2 – ядра кардіоміоцитів; 3 – вставні диски; 4 – поздовжня посмугованість. Фарбування за методом Гейденгайна. х 600

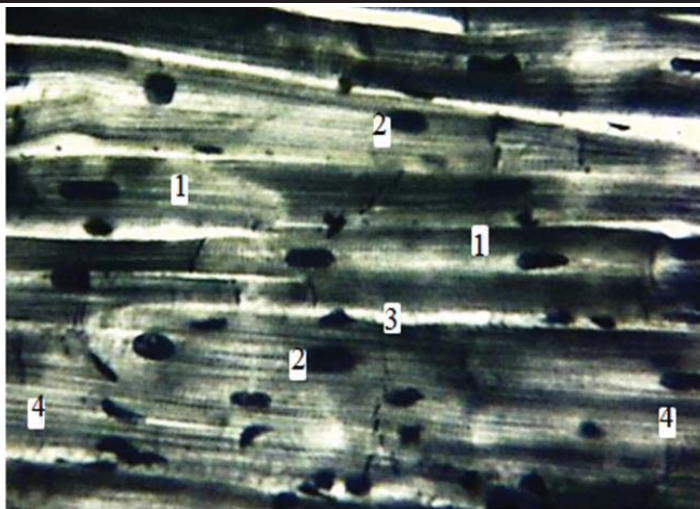


Рис. 3.36. Мікроскопічна будова міокарда лівого шлуночка серця статевозрілої свині: 1 – кардіоміоцити; 2 – ядра кардіоміоцитів; 3 – вставні диски; 4 – поздовжня посмугованість. Фарбування за методом Гейденгайна. х 600.

Згідно з цитоморфометрією, середні показники об'єма кардіоміоцитів ЛШ серця свині склали значення  $6130,98 \pm 922,18 \text{ мкм}^3$ . Об'єм кардіоміоцитів міокарда правого шлуночка у свині у 1,6 раза більший ( $3794,56 \pm 489,87 \text{ мкм}^3$ ), ніж такі у ЛШ. Середні показники об'єму кардіоміоцитів передсердь міокарду серця свині найменші ( $2964,20 \pm 412,02 \text{ мкм}^3$ ), відповідно, у 2,07 раза менші, порівняно з такими показниками кардіоміоцитів ЛШ та у 1,3 – з кардіоміоцитами ПШ (табл. 3.9; рис. 3.37).

Показники об'єму ядер кардіоміоцитів ЛШ, ПШ та передсердь мають близькі значення, які відповідно, рівні  $77,16 \pm 2,01 \text{ мкм}^3$ ,  $76,02 \pm 2,43 \text{ мкм}^3$  та  $76,02 \pm 2,43 \text{ мкм}^3$  (табл. 3.9; рис. 3.37).



Рис. 3.37. Гістометричні показники кардіоміоцитів міокарду серця статевозрілої свині.

Таблиця 3.9

**Гістометричні показники кардіоміоцитів статевозрілої свині, (*Sus scrofa, forma domestica* L., 1758),  $M \pm m$ ,  $n = 5$**

| Показники       | Довжина кардіоміоцитів (мкм) | Ширина кардіоміоцитів (мкм) | Об'єм кардіоміоцитів (мкм <sup>3</sup> ) | Об'єм ядер кардіоміоцитів (мкм <sup>3</sup> ) | Ядерно-цитоплазматичне відношення |
|-----------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------|
| Лівий шлуночок  | 64,08±2,02                   | 11,04±0,132                 | 6130,98±922,18                           | 77,16±2,01                                    | 0,0127±0,0056                     |
| Правий шлуночок | 59,15±2,12                   | 9,04±0,143                  | 3794,56±489,87                           | 76,02±2,43                                    | 0,0204±0,0068                     |
| Передсердя      | 55,49±1,98                   | 8,25±0,182                  | 2964,20±412,02                           | 75,97±3,24                                    | 0,0263±0,0097                     |

Примітка: \*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$  по відношенню до лівого.

Виходячи із середніх показників об'єма кардіоміоцитів та їх ядер, встановлено, що ЯЦВ у кардіоміоцитів ЛШ найменше  $0,0127 \pm 0,0056$ . Між тим, ЯЦВ кардіоміоцитів ПШ ( $0,0204 \pm 0,0068$ ) у 1,6 раза більше, ніж у ЛШ. Найбільша величина ЯЦВ характерна для кардіоміоцитів передсердь, і, відповідно, дорівнює  $0,0263 \pm 0,0097$ , а тому такий показник є більшим у 2,07 раза порівняно з кардіоміоцитами ЛШ і у 1,29 раза з кардіоміоцитами правого шлуночка (табл. 3.9; рис. 3.38).



Рис. 3.38. Ядерно-цитоплазматичне відношення кардіоміоцитів міокарду серця статевозрілої свині.

Таким чином при аналізі процесів формування ЯЦВ у кардіоміоцитів міокарду серця встановлено специфічні особливості ЯЦВ кардіоміоцитів гістоструктур серця, залежно від їх функціонального навантаження. Так найменший індекс ЯЦВ, за нашими дослідженнями,

---

властивий для кардіоміоцитів ЛШ, більший – для кардіоміоцитів ПШ та найбільший – для кардіоміоцитів передсердь. Це пов'язано з тим, що з лівого шлуночка серця починається соматичне (велике) коло кровообігу, де завдяки скорочення типових кардіоміоцитів, по замкнутій системі судин до органів і тканин, циркулює артеріальна кров, де у капілярах відбуваються процеси газообміну. Тому лівий шлуночок серця функціонує як насос високого тиску. Правий шлуночок серця – одна з чотирьох камер, де бере початок легеневе (мале) коло кровообігу, де за роботі скоротливих типових кардіоміоцитів, венозна кров потрапляє до легень. У легених альвеолах відбувається газообмін, де правий шлуночок серця функціонує як насос об'єму. Функціонально ПШ та ЛП замикають легеневе коло кровообігу, а ЛШ і ПП замикають соматичне коло кровообігу. Тому кардіоміоцити передсердь мають значно менші об'єми порівняно з такими лівого та правого шлуночків, через те для них характерний високий індекс ЯЦВ.

### **3.1.4. Морфологія серця барана свійського (*Ovis aries* L., 1758)**

Серце овець має конусоподібну форму з розширеною основою та звуженою верхівкою (рис. 3.39; 3.40). Знаходиться серце у середостінні грудної порожнини між обома легень, у ділянці від третього до шостого ребра: краніально доходить до третього, каудально до шостого ребра. Стосовно серединної сагітальної площини серце зміщене ліворуч на 5/7, прилягаючи між третім та четвертим ребрами до лівої грудної стінки. Основа серця має краніодорсальний напрямок і знаходиться на висоті середини першого-другого ребра. Верхівка серця направлена

каудовентрально і розташована напроти п'ятого реберного хряща, або ж каудально від нього, не досягаючи грудної кістки на два см, а краніально від діафрагми – від двох до п'яти сантиметрів. Борозна серця, що відокремлює передсердя від шлуночків чітко виражена.

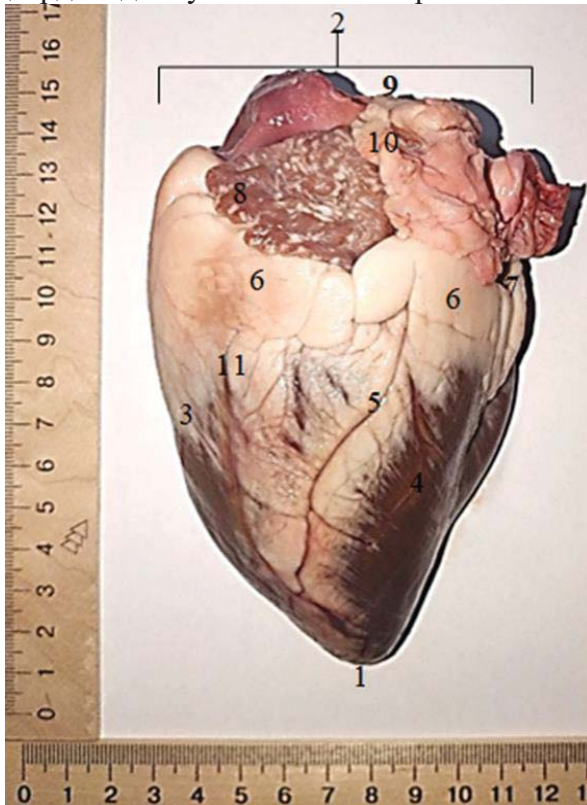


Рис. 3.39. Макроскопічна будова серця статевозрілої вівці (проекція серця з лівої сторони): 1 – верхівка серця; 2 – основа серця; 3 – правий шлуночок; 4 – лівий шлуночок; 5 – біляконусна міжшлуночкова борозна; 6 – субепікардіальний жир; 7 – ліве передсердя; 8 – ліве серцеве вушко; 9 – праве серцеве вушко; 10 – легеневий стовбур; 11 – кровоносні судини. Макропрепарат.

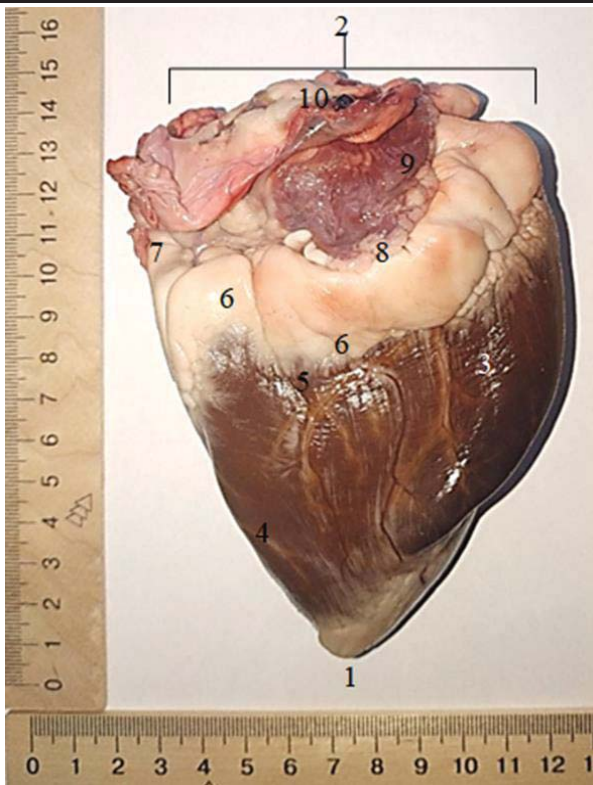


Рис. 3.40. Макроскопічна будова серця статевозрілої вівці (проекція серця з правої сторони): 1 – верхівка серця; 2 – основа серця; 3 – правий шлуночок; 4 – лівий шлуночок; 5 – підпазушна міжшлуночкова борозна; 6 – субепікардіальний жир; 7 – ліве передсердя; 8 – праве передсердя; 9 – праве серцеве вушко; 10 – легеневий стовбур. Макропрепарат.

Серце міститься у тонькому, але щільному мішку – серцевій сорочці (перикарді). Остання оточує орган з усіх боків, формуючи таким чином замкнутий серозний мішок, який двома зв'язками у ділянці шостого реберного хряща кріпиться до грудної кістки.

Зовні серце у статевозрілих овець, лівою (паракональною) та правою (субсинозною)

---

міжшлуночковими зовнішніми борознами та перегородкою всередині ділиться на ліву і праву половини, які між собою не з'єднуються. Ззовні, кожна половина серця поперечною вінцевою борозною, яка проходить впоперек серця, ближче до його основи, розмежована (ліворуч та праворуч) на передсердя та шлуночки. Однойменні (праві та ліві) передсердя та шлуночки, поєднуються між собою, передсердно-шлуночковими отворами (рис. 3.39; 3.40).

Праве та ліве передсердя розміщені на самій основі серця, де формують мішкоподібні випинання – праве та ліве серцеві вушка, котрі спрямовані у краніальному напрямку і знаходяться праворуч та ліворуч, відповідно від стовбура легеневих артерій та аорти (рис. 3.39; 3.40).

Шлуночки серця займають основну частину серця, ззовні вони розмежовані між собою міжшлуночковими підпазушною та біляконусною борознами, які поєднуються на краніальній поверхні серця, не досягаючи його верхівки, відділяючи правий шлуночок від лівого. Верхівка серця у овець відноситься до лівого шлуночка, який знаходиться ліворуч у каудальному напрямку. Правий шлуночок серця, відповідно, знаходиться праворуч у краніальному напрямку. Подібне розташування мають міжшлуночкові борозни (підпазушна – у каудальному, біляконусна – краніальному напрямках) (рис. 3.39; 3.40).

Згідно з нашими дослідженнями, абсолютна маса серця статевозрілих овець становить  $208,4 \pm 9,82$  г, відносна маса –  $0,44 \pm 0,007\%$ . Чиста маса серця (без епікардіального жиру) дорівнює  $175,0 \pm 8,17$  г. Висота серця має  $13,1 \pm 0,4$  см, ширина –  $9,0 \pm 0,3$  см, товщина –  $5,6 \pm 0,02$ , окружність –  $22,2 \pm 0,6$  см (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

**Лінійні параметри серця статевозрілої вівці, (*Ovis aries* L., 1758),  $M \pm m$ ,  $n = 5$**

| Показники                                          | Цифрові значення |
|----------------------------------------------------|------------------|
| 1. Висота серця (см)                               | $13,1 \pm 0,4$   |
| 2. Ширина серця (см)                               | $9,0 \pm 0,3$    |
| 3. Товщина серця (см)                              | $5,6 \pm 0,02$   |
| 4. Окружність серця (см)                           | $22,2 \pm 0,6$   |
| 5. Індекс розвитку (форми) серця (%)               | $145,5 \pm 4,02$ |
| 6. Середнє значення товщини стінки шлуночків (мм)  | $12,42 \pm 0,17$ |
| 7. Товщина стінки лівого шлуночка (мм)             | $16,2 \pm 0,22$  |
| 8. Товщина стінки правого шлуночка (мм)            | $8,04 \pm 0,11$  |
| 9. Середнє значення товщини стінки передсердь (мм) | $6,62 \pm 0,43$  |
| 10. Товщина стінки лівого передсердя (мм)          | $7,05 \pm 0,09$  |
| 11. Товщина стінки правого передсердя (мм)         | $5,06 \pm 0,07$  |

Згідно з аналізом проведеної нами морфометрії щодо лінійних параметрів, показник індексу розвитку серця овець дорівнює  $145,5 \pm 4,02\%$ , тому серце у цього виду тварин – розширено-вкороченого типу (табл. 3.10).

Найбільш розвинутими анатомічними структурами серця є його лівий та правий шлуночки, потім ліве та праве передсердя, що корелює з лінійними показниками товщини їх стінок та абсолютною і відносною їх масою, стосовно чистої маси серця (без епікардіального жиру), (табл. 3.10; 3.11).

Так, товщина стінки лівого шлуночка є більшою, ніж правого, у 2,01 раза ( $P < 0,01$ ) і становить  $16,2 \pm 0,22$  мм, а правого  $8,04 \pm 0,11$  мм. Товщина стінки передсердь дорівнює  $6,62 \pm 0,43$  мм, відповідно лівого передсердя –  $7,05 \pm 0,09$  мм, правого –  $5,06 \pm 0,07$  мм (табл. 3.10).

Таблиця 3.11

**Морфометрія серця, шлуночків та передсердь  
статевозрілої вівці, (*Ovis aries* L., 1758),  $M \pm m$ ,  $n = 5$**

| Показники                                                                     | АМ (г)           | ВМ (%)           |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| 1. Ліве передсердя                                                            | $27,9 \pm 3,31$  | $15,94 \pm 1,49$ |
| 2. Праве передсердя                                                           | $11,2 \pm 2,02$  | $6,4 \pm 0,82$   |
| 3. Праве та ліве передсердя (разом)                                           | $39,1 \pm 4,64$  | $22,34 \pm 2,02$ |
| 4. Лівий шлуночок                                                             | $90,3 \pm 5,21$  | $51,6 \pm 3,06$  |
| 5. Правий шлуночок                                                            | $45,6 \pm 3,04$  | $26,06 \pm 1,32$ |
| 6. Лівий та правий шлуночки (разом)                                           | $135,9 \pm 7,16$ | $77,66 \pm 4,36$ |
| 7. Маса серця (без епікардіального жиру)                                      | $175,0 \pm 8,17$ | 100              |
| 8. Коефіцієнт відношення маси шлуночків до чистої маси серця                  | 1 : 0,78         |                  |
| 9. Коефіцієнт відношення маси передсердь до чистої маси серця                 | 1 : 0,22         |                  |
| 10. Коефіцієнт відношення маси міокарду передсердь до маси міокарду шлуночків | 1 : 0,29         |                  |

За таких лінійних параметрів складових серця середня маса лівого передсердя становить  $27,9 \pm 3,31$  г ( $15,94 \pm 1,49$  %), середня маса правого передсердя стосовно лівого, є достовірно ( $P < 0.01$ ) у 2,5 раза меншою і дорівнює  $11,2 \pm 2,02$  г ( $6,4 \pm 0,82$  %). Середня маса передсердь серця овець становить  $39,1 \pm 4,64$  г ( $22,34 \pm 2,02$  %), (табл. 3.11).

Маса лівого шлуночка є найбільшою і становить  $90,3 \pm 5,21$  г ( $51,6 \pm 3,06$  %), маса правого шлуночка займає проміжне значення і дорівнює  $45,6 \pm 3,04$  г ( $26,06 \pm 1,32$  %), середня маса обох шлуночків займає  $135,9 \pm 7,16$  г ( $77,66 \pm 4,36$  %). Тому, маса шлуночків серця овець достовірно ( $P < 0.001$ ) у 3,5 раза більша, відносно маси передсердь.

---

Відповідно коефіцієнт відношення маси шлуночків серця статевозрілих овець до його чистої (без епікардіального жиру) маси становить 1 : 0,78, коефіцієнт відношення маси передсердь до його чистої маси дорівнює 1 : 0,22, а коефіцієнт відношення маси міокарду передсердь до маси міокарду шлуночків становить 1 : 0,29 (табл. 3.11).

Стінка серця овець утворена внутрішньою (ендокард), середньою (міокард) та зовнішньою (епікард) оболонками. Основною структурною складовою стінки серця шлуночків та передсердь є міокард – м'язова оболонка.

За аналізу гістопрепаратів міокарду стінки шлуночків серця (лівого та правого), зафарбованих гематоксиліном та еозином, диференціюється п'ять шарів: зовнішній і внутрішній (м'язові волокна яких мають косопоzdовжній напрямок), потім зовнішній і внутрішній більш глибокі шари та найглибший шар, волокна якого мають напрямок подібний до вісімки.

Міокард стінки передсердь сформований лише двома шарами м'язової оболонки – зовнішнім (загальний для обох передсердь) та глибоким. М'язові волокна серця зовнішнього шару міокарду знаходяться у поперечному напрямку від правого до лівого вухка. М'язові волокна глибокого шару міокарду правого та лівого передсердь розташовані у поздовжньому напрямку. Проте у ділянці венозних отворів міокарду виявляються сформовані колові пучки м'язових волокон.

Завдяки більш інтенсивному розвитку міокарду шлуночків відносно передсердь, відповідно, стінки шлуночків набагато товстіші за стінки передсердь, що пов'язано з їх функціональною діяльністю (ефективного і потужного скорочення). Шлуночки серця виконують основну

---

роботу з перекачування крові через судини, що відносяться до соматичного та легеневого кіл кровообігу.

Гістоархітектоніка міокарду стінки серця шлуночків та передсердь сформована серцевою поперечнопосмугованою м'язовою тканиною, яка представлена кардіоміоцитами, які утворюють м'язові волокна, та міжм'язовими прошарками пухкої волокнистої сполучної тканини з наявністю у ній кровоносних і лімфатичних судин та нервів (рис. 3.41; 3.42).

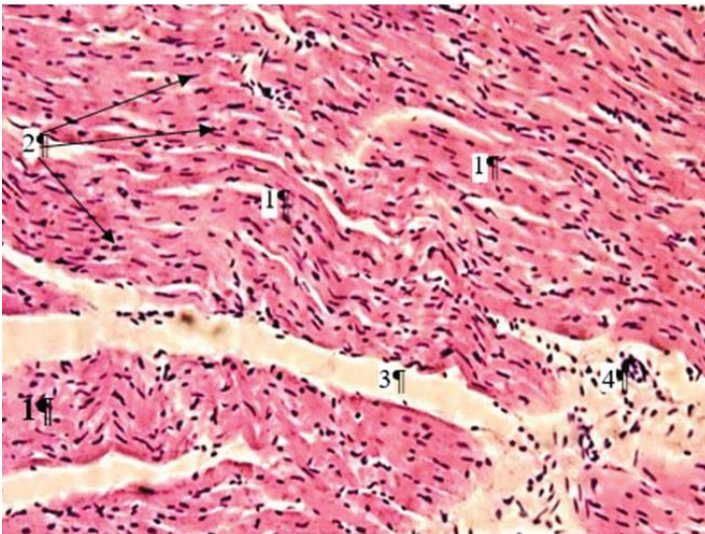


Рис. 3.41. Мікроскопічна будова міокарда лівого шлуночка серця статевозрілої вівці: 1 – м'язові волокна (поздовжній зріз); 2 – ядра; 3 – міжм'язова сполучна тканина; 4 – судина мікроциркуляторного русла. Гематоксилін та еозин. х 120.

Поперечнопосмуговані м'язові волокна, побудовані із серцевих міоцитів (кардіоміоцитів), які по-різному сприймають забарвлення (рис. 3.43).

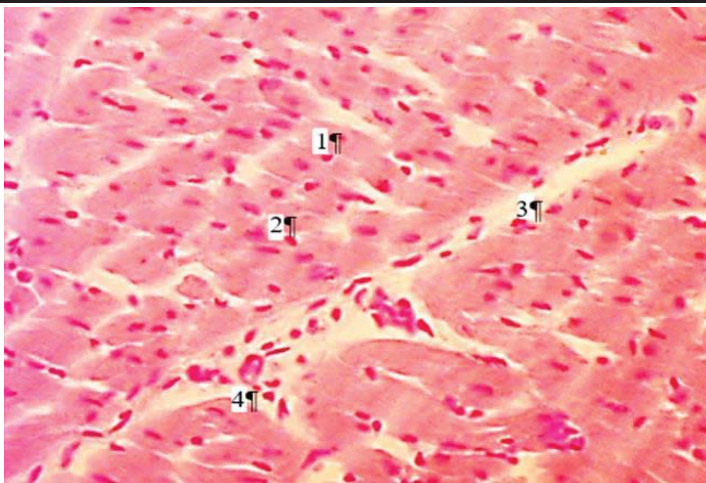


Рис. 3.42. Мікроскопічна будова міокарда лівого шлуночка серця статевозрілої вівці: 1 – м'язові волокна (поперечний зріз); 2 – ядра; 3 – міжм'язова сполучна тканина; 4 – судина мікроциркуляторного русла. Гематоксилін та еозин. х 280.



Рис. 3.43. Мікроскопічна будова міокарда лівого шлуночка серця статевозрілої вівці: 1 – кардіоміоцити; 2 – ядра кардіоміоцитів; 3 – вставні диски; 4 – міжм'язова сполучна тканина. Фарбування за методом Гейденгайна. х 600. м'яз

---

Серцеві міоцити у структурі міокарду формують мережу тонких і товстіших пореочнопосмугованих м'язових волокон, між якими знаходиться щілинний простір, заповнений міжм'язовою сполучною тканиною. Паралельно розміщені м'язові волокна міокарду, сформовані кардіоміоцитами, з'єднуючись між собою у єдине ціле анастомозами, утворюють сіткоподібну структуру, формуючи єдину скоротливу систему серця.

У центрі саркоплазми кардіоміоцитів міститься одне, рідко – два ядра, овальної або видовженої форми, які розміщені нерівномірно. Ядерний хроматин у вигляді малих чи крупніших зерен виявляється по всьому периметру каріоплазми (рис. 3.43).

Кардіоміоцити у структурі волокна, при фарбуванні гістопрепаратів за методом Гейденгайна, розміщені у вигляді ланцюжка, з'єднуючись між собою вставними дисками (рис. 3.44). За фарбування гістозрізів гематоксиліном та еозином, кардіоміоцити у м'язовій тканині серця, формують гістоструктури, подібні до м'язових волокон соматичної м'язової тканини.

Таке з'єднання кардіоміоцитів між собою у м'язові волокна вставними дисками забезпечує опорну функцію для скорочувальних елементів серцевих клітин (міофіламентів) та єдине скорочення міокарда і тим самим утворює функціональний синцитій. Вставні диски містять спеціалізовані структури, такі як десмосоми та об'ємні щільні з'єднання, які забезпечують механічну міцність та узгодженість роботи між кардіоміоцитами. Це дозволяє кардіоміоцитам працювати синхронно, оскільки всі клітини міокарда повинні скорочуватися одночасно для ефективного кровообігу.

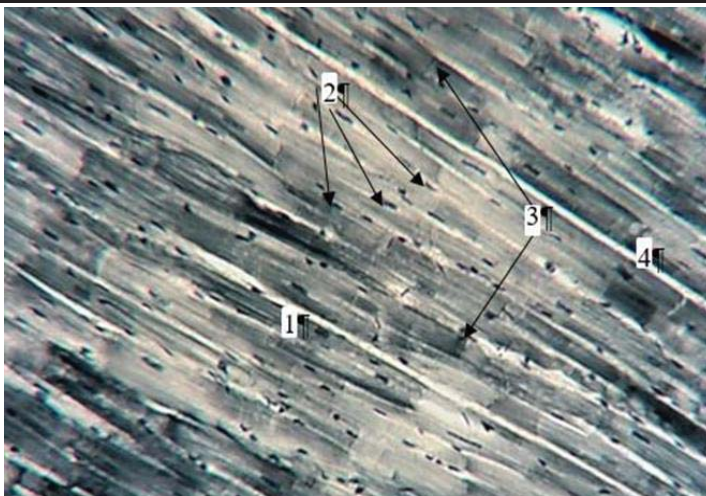


Рис. 3.44. Мікроскопічна будова міокарда лівого шлуночка серця статевозрілої вівці: 1 – кардіоміоцити; 2 – ядра кардіоміоцитів; 3 – вставні диски; 4 – міжм'язова сполучна тканина. Фарбування за методом Гейденгайна. х 280.

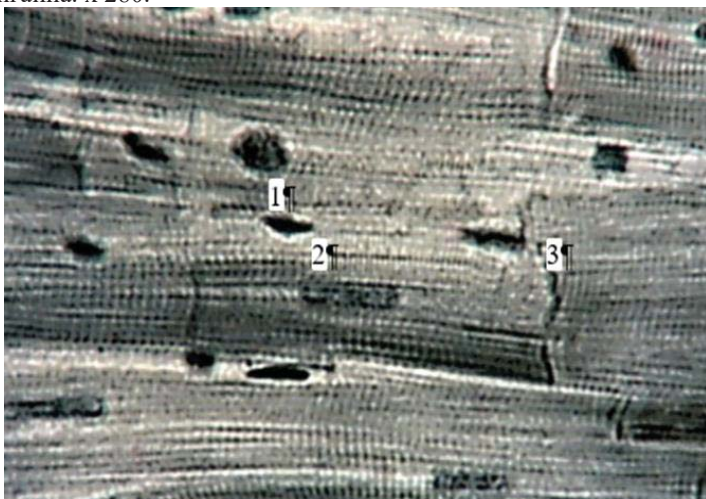


Рис. 3.45. Мікроскопічна будова міокарда лівого шлуночка серця статевозрілої вівці: 1 – кардіоміоцити; 2 – ядра кардіоміоцитів; 3 – вставні диски; 4 – міжм'язова сполучна тканина. Фарбування за методом Гейденгайна. х 600.

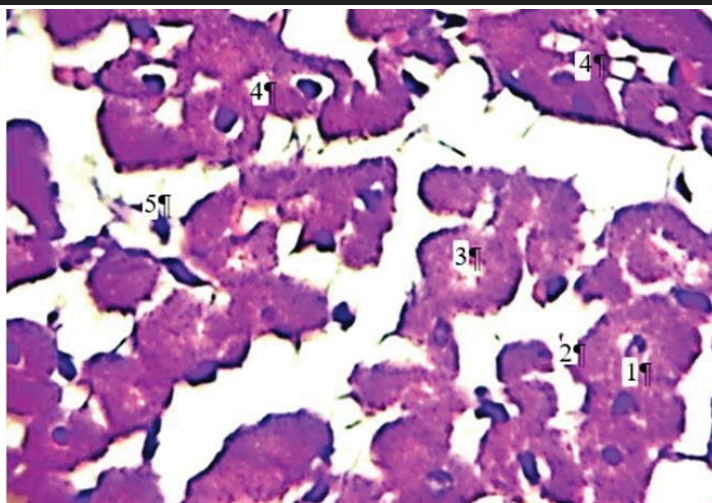


Рис. 3.46. Мікроскопічна будова міокарда правого шлуночка серця статевозрілої вівці: 1 – кардіоміоцити (поперечний зріз); 2 – сарколема; 3 – саркоплазма; 4 – ядра кардіоміоцитів; 5 – міжм'язова сполучна тканина. Гематоксилін та еозин. х 400.

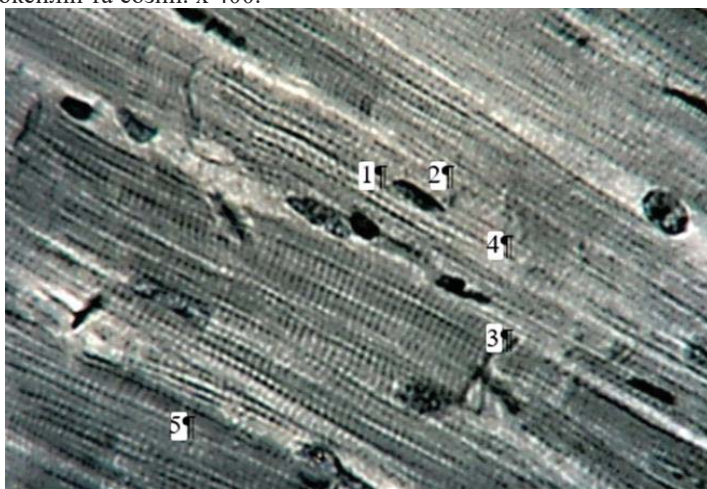


Рис. 3.47. Мікроскопічна будова міокарда лівого шлуночка серця статевозрілої вівці: 1 – кардіоміоцити; 2 – ядра кардіоміоцитів; 3 – вставні диски; 4 – поперечна посмугованість; 5 – повздовжня посмугованість. Фарбування за методом Гейденгайна. х 600.

---

За світлової мікроскопії гістопрепаратів, зафарбованих за методом Гейденгайна, кардіоміоцити на поздовжньому зрізі мають вигляд темних смужок прямокутної форми (рис. 3.45), а на поперечному зрізі – округлої (рис. 3.46), тому їх форма циліндрична.

У кардіоміоцитах за такої гістологічної будови чітко диференціюється сарколема, саркоплазма, міофібрили та ядра. У них чітко виражені поперечна (унаслідок наявності міофібрил) та поздовжня (наявність білків актину та міозину) посмугованість (рис. 3.47).

Міофібрили (органели спеціального призначення) на поздовжньому зрізі кардіоміоцитів, під світловим мікроскопом мають вигляд поздовжньо направлених, паралельно одна до одної, тоненьких ниток, які мають довжину, як самі кардіоміоцити (м'язові волокна), (рис. 3.47). У більшості випадків, міофібрили розташовані по усьому периметру саркоплазми, що помітно на поперечному зрізі кардіоміоцитів, де вони виявляються у вигляді крапок у кілька десятків у одному кардіоміоциті (рис. 3.48). Органели спеціального призначення, часто по анастомозам, переходять з одного волокна в інше, забезпечуючи таким чином спільну скоротливу функцію міокарду серця.

Міофібрили, які щільно розміщені у структурі волокна та знаходяться ближче його периферії, по анастомозам поєднуються з іншими волокнами. За незначної щільності міофібрил поздовжня посмугованість м'язової тканини виражена чітко, а поперечна – відносно слабко. Товстіші м'язові волокна значно гірше сприймають забарвлення, тому їх поперечна посмугованість слабко виражена, а міофібрили набувають витонченого вигляду. У м'язових волокон малої товщини міофібрили розташовані більш щільно.

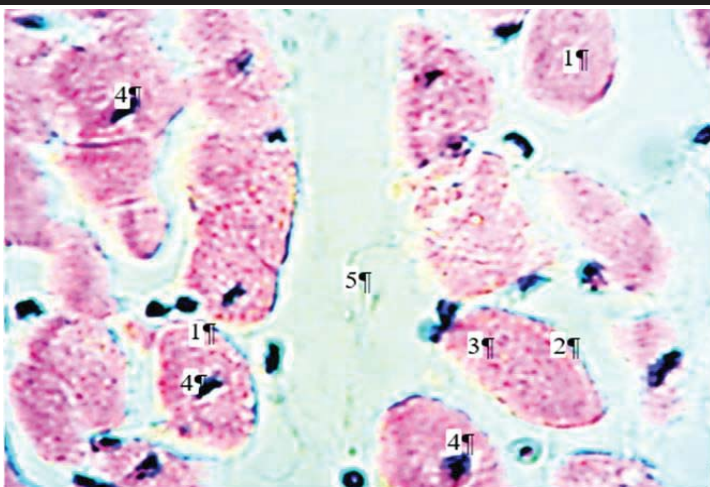


Рис. 3.48. Мікроскопічна будова міокарда лівого шлуночка серця статевозрілої вівці: 1 – кардіоміоцити (поперечний зріз); 2 – сарколема; 3 – саркоплазма; 4 – ядра кардіоміоцитів; 5 – міжм'язова сполучна тканина. Гематоксилін та еозин. х 600.

Таблиця 3.12

**Гістометричні показники кардіоміоцитів статевозрілої вівці, (*Ovis aries* L., 1758),  $M \pm m$ ,  $n = 5$**

| Показники       | Довжина кардіоміоцитів (мкм) | Ширина кардіоміоцитів (мкм) | Об'єм кардіоміоцитів (мкм <sup>3</sup> ) | Об'єм ядер кардіоміоцитів (мкм <sup>3</sup> ) | Ядерно-цитоплазматичне відношення |
|-----------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------|
| Лівий шлуночок  | 62,92±1,84                   | 8,98±0,64                   | 3982,99±423,96                           | 53,42±5,18                                    | 0,0136±0,0062                     |
| Правий шлуночок | 49,52±1,62*                  | 7,96±0,56*                  | 2463,02±318,04*                          | 52,85±4,33                                    | 0,0219±0,0079**                   |
| Передсердя      | 42,04±1,27**                 | 6,07±0,38*                  | 1215,93±176,94**                         | 50,16±4,57                                    | 0,0430±0,0096***                  |

*Примітка:* \*Р < 0,05; \*\*Р < 0,01; \*\*\*Р < 0,001 порівняно з лівим шлуночком.

---

За результати проведеної нами гістометрії, кардіоміоцити, які формують м'язові волокна, залежно від їх морфотопографії (правий, лівий шлуночки, передсердя) характеризуються неоднозначними цитометричними параметрами (табл. 3.12).

Кількісні показники скоротливих міоцитів лівого шлуночка міокарду серця овець, більші, ніж такі у правому: середній показник довжини кардіоміоцитів лівого шлуночка достовірно ( $P < 0,05$ ) у 1,27 раза більший відносно правого і дорівнює –  $62,92 \pm 1,84$  мкм, показник ширини кардіоміоцитів, відповідно, ( $P < 0,05$ ) в 1,13 раза і становить  $8,98 \pm 0,64$  мкм (табл. 3.12).

Подібні морфометричні характеристики встановлено нами і під час обчислення об'ємів кардіоміоцитів: найбільший об'єм кардіоміоцитів характерний для лівого шлуночка ( $3982,99 \pm 423,96$  мкм<sup>3</sup>), об'єм кардіоміоцитів правого шлуночка, порівняно з лівим, достовірно ( $P < 0,05$ ) менший в 1,62 раза і дорівнює, відповідно,  $2463,02 \pm 318,04$  мкм<sup>3</sup> (табл. 3.12; рис. 3.49).

Аналогічні зміни цитометричних параметрів виявляються і при визначенні об'єму ядер кардіоміоцитів: більший об'єм ядер кардіоміоцитів характерний для лівого шлуночка ( $53,42 \pm 5,18$  мкм<sup>3</sup>), дещо менший – для правого ( $52,85 \pm 4,33$  мкм<sup>3</sup>), (табл. 3.12; рис. 3.49).

Виявлені неоднозначні морфометричні параметри об'ємів кардіоміоцитів та їх ядер правого та лівого шлуночків серця призводять у них до різного ядерно-цитоплазматичного відношення: найменше ядерно-цитоплазматичне відношення характерне для кардіоміоцитів лівого шлуночка ( $0,0136 \pm 0,0062$ ) і достовірно ( $P < 0,01$ ) в 1,61 раза більше для кардіоміоцитів правого шлуночка ( $0,0219 \pm 0,0079$ ), що

свідчить про морфофункціональну активність кардіоміоцитів лівого шлуночка (рис. 3.50).

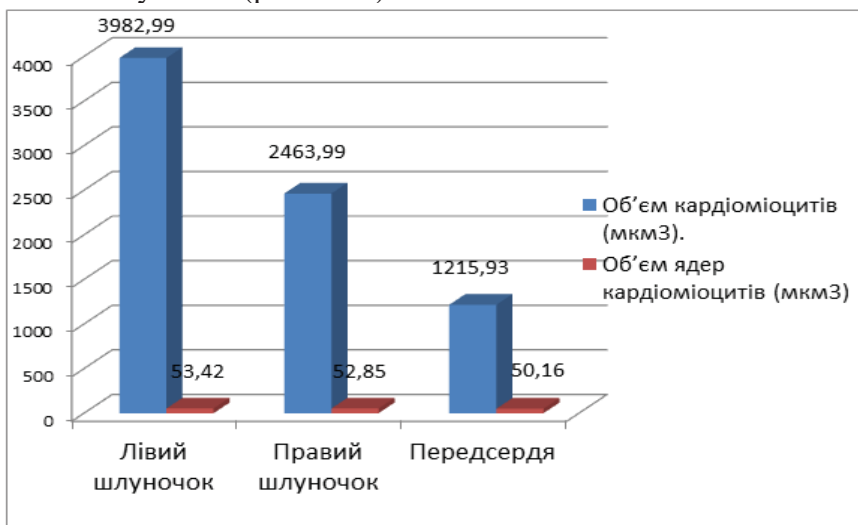


Рис. 3.49. Гістометричні показники кардіоміоцитів міокарду серця статевозрілої вівці.

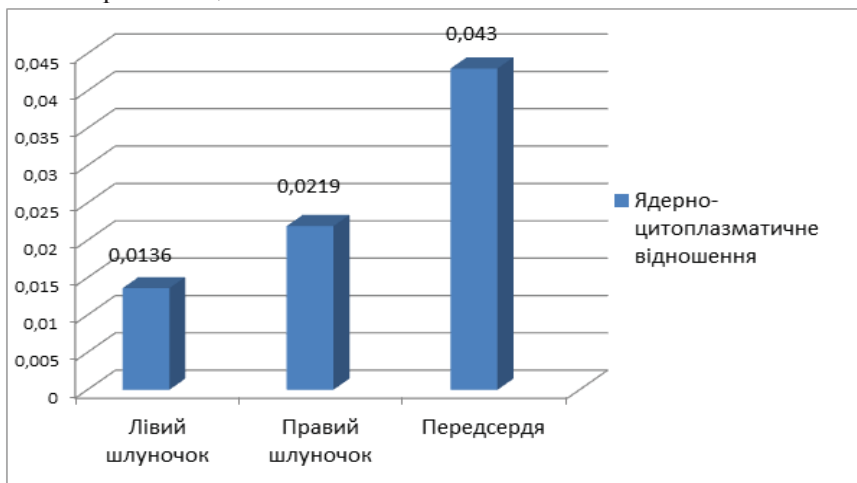


Рис. 3.50. Ядерно-цитоплазматичне відношення кардіоміоцитів міокарду серця статевозрілої вівці.

---

Таким чином, виявлені нами такі неоднозначні цитометричні параметри кардіоміоцитів передсердь відносно шлуночків серця вказують про менше морфофункціональне навантаження скоротливих міоцитів передсердь порівняно з кардіоміоцитами шлуночків, дію яких ми пов'язуємо з морфофункціональною діяльністю роботи серця: передсердя отримують кров, що повертається до серця від тіла тварин, а шлуночки перекачують кров від серця до тіла, виконуючи при цьому найбільше навантаження. Ці функціональні відмінності зумовлюють різні морфологічні характеристики клітин міокарда передсердь і шлуночків. Кардіоміоцити шлуночків мають більшу товщину та більш розвинену органеллярну структуру, що дозволяє їм витримувати значно вищі механічні та електричні навантаження, необхідні для підтримки кровообігу на великій відстані. Тоді як передсердя, що відповідають за більш пасивне накопичення крові і її подальше перекачування в шлуночки, мають тонші стінки та менш розвинені скоротливі елементи, оскільки їх роль у серцевому циклі менш інтенсивна. Цитометричні дослідження, що показують відмінності у розмірах і структурі кардіоміоцитів між передсердями та шлуночками, підтверджують функціональні відмінності між цими частинами серця. Ці результати підкреслюють важливість розуміння морфофункціональної спеціалізації різних частин серця для збереження його ефективної роботи

### **3.1.5. Морфологія серця великої рогатої худоби (*Bos Taurus taurus* L., 1758 – бик свійський)**

Серце великої рогатої худоби (рис. 3.51; 3.52). розташоване у грудній порожнині між обома легеньми, попереду діафрагми та зміщене вліво. У ділянці 3–4 - го

ребер серце прилягає до лівої грудної стінки. Верхівка серця лежить у ділянці 5-ого реберного хряща. Його абсолютна маса становить  $2143,27 \pm 38,76$  г, відносна маса дорівнює  $0,43 \pm 0,006$  %.

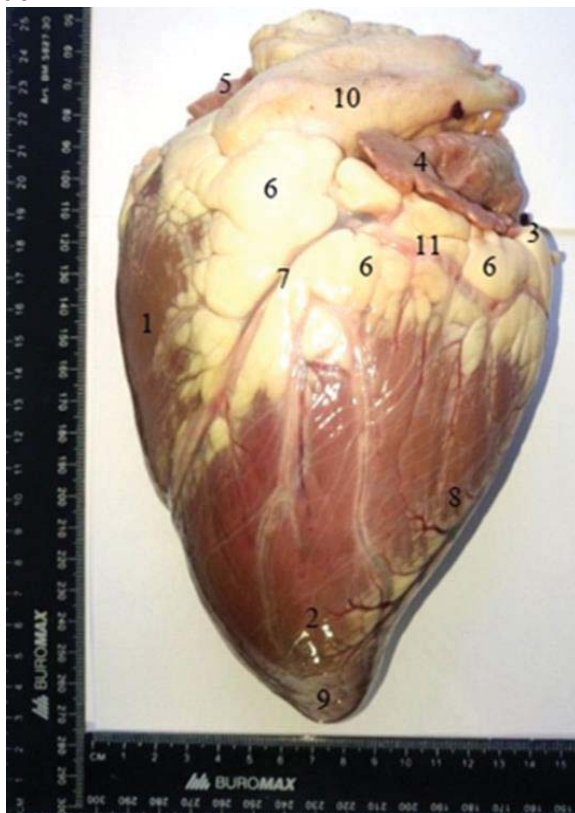


Рис. 3.51. Макроскопічна будова серця статевозрілої великої рогатої худоби (проекція серця з лівої сторони): 1 – правий шлуночок; 2 – лівий шлуночок; 3 – ліве передсердя; 4 – ліве вушко; 5 – праве вушко; 6 – субепікардіальний жир; 7 – біляконусна міжшлуночкова борозна; 8 – середня міжшлуночкова борозна; 9 – верхівка серця; 10 – легеневий стовбур; 11 – ліва непарна вена. Макропрепарат.

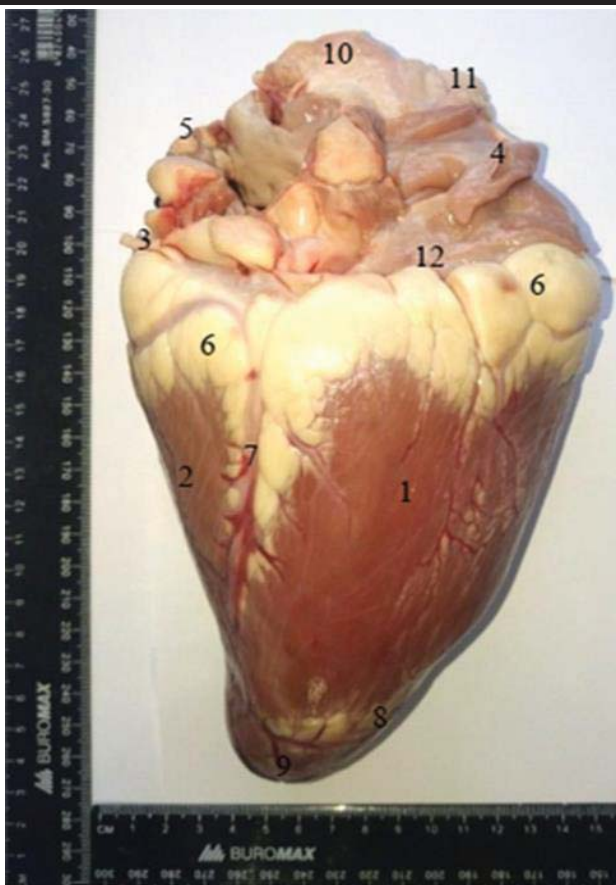


Рис. 3.52. Макроскопічна будова серця статевозрілої великої рогатої худоби (проекція серця з правої сторони): 1 – правий шлуночок; 2 – лівий шлуночок; 3 – ліве передсердя; 4 – праве вушко; 5 – легеневі вени; 6 – субепікардіальний жир; 7 – підпазушна міжшлуночкова борозна; 8 – біляконусна міжшлуночкова борозна; 9 – верхівка серця; 10 – аорта; 11 – плечоголовний стовбур; 12 – праве передсердя. Макропрепарат.

Серце великої рогатої худоби конусоподібної форми (рис. 3.51; 3,52). Його основа має дорсальний, а верхівка – вентральний напрямки. Внутрішньо порожнина серця

---

перегородкою поділена на ліву і праву половини, які розділені, відповідно, на передсердя та шлуночки. Передсердя та шлуночки, сполучаються між собою передсердно-шлуночковим отвором. Передсердя, як правило, знаходяться на самій основі серця. Ззовні передсердя розмежовані від шлуночків поперечною вінцевою борозною, яка добре візуалізується.

Праве та ліве передсердя в основі серця формують мішкоподібні випинання – праве та ліве серцеві вушка, які спрямовані у краніальному напрямку та розміщені праворуч та ліворуч, відповідно, від стовбура легеневих артерій та аорти. Шлуночки серця займають домінуючу частину серця та ззовні вони відділені між собою міжшлуночковими підпазушною та біляконусною борознами, які з'єднуються на краніальній поверхні серця, не досягаючи верхівки серця та відділяють правий шлуночок від лівого. Верхівка серця у великої рогатої худоби відноситься до лівого шлуночка. Лівий шлуночок розташований зліва та каудально, правий шлуночок знаходиться краніально та справа. Подібно розташовані і міжшлуночкові борозни (підпазушна – каудально, біляконусна – краніально), (рис. 3.51; 3,52).

Чиста маса серця, без епікардіального жиру, у ВРХ становить  $1936,26 \pm 41,12$  г. Висота серця дорівнює  $23,08 \pm 0,11$  см, ширина –  $13,9 \pm 0,18$  см, товщина –  $8,1 \pm 0,12$  см, окружність –  $38,08 \pm 0,9$  см. При тім, індекс розвитку (форми) серця у великої рогатої худоби дорівнює  $166,04 \pm 5,14$  %, тому серце визначається як видовжено-звужений тип (конусоподібної) форми (рис. 3.51; 3,52; табл. 3.13).

За аналізу лінійних показників, товщина стінки лівого шлуночка є більшою, ніж правого у 1,98 рази ( $p \leq 0,01$ ) і становить –  $36,54 \pm 0,64$  мм, а правого  $18,46 \pm 0,52$  мм. Товщина стінки передсердь дорівнює  $7,69 \pm 0,23$  мм (табл. 3.13).

Таблиця 3.13

**Лінійні параметри серця статевозрілої великої рогатої худоби, (*Bos Taurus taurus* L., 1758),  $M \pm m$ ,  $n = 5$**

| Показники                                          | Цифрові значення  |
|----------------------------------------------------|-------------------|
| 1. Висота серця (см)                               | 23,08 $\pm$ 0,11  |
| 2. Ширина серця (см)                               | 13,9 $\pm$ 0,18   |
| 3. Товщина серця (см)                              | 8,1 $\pm$ 0,12    |
| 4. Окружність серця (см)                           | 38,08 $\pm$ 0,9   |
| 5. Індекс розвитку (форми) серця (%)               | 166,04 $\pm$ 5,14 |
| 6. Середнє значення товщини стінки шлуночків (мм)  | 27,68 $\pm$ 0,36  |
| 7. Товщина стінки лівого шлуночка (мм)             | 36,54 $\pm$ 0,64  |
| 8. Товщина стінки правого шлуночка (мм)            | 18,46 $\pm$ 0,52  |
| 9. Середнє значення товщини стінки передсердь (мм) | 7,69 $\pm$ 0,23   |
| 10. Товщина стінки лівого передсердя (мм)          | 8,24 $\pm$ 0,12   |
| 11. Товщина стінки правого передсердя (мм)         | 7,22 $\pm$ 0,09   |

Товщина стінки шлуночків серця, за результатами морфометрії, перебуває у тісному взаємозв'язку з масою самих шлуночків, лівого та правого. Так, маса лівого шлуночка серця становить 978,54  $\pm$  19,52 г (50,87  $\pm$  1,32%), маса правого шлуночка – 554,17  $\pm$  14,21 г (28,62  $\pm$  0,64%). Середня маса обох шлуночків (правого та лівого) дорівнює 1539,08  $\pm$  49,74 г (79,49  $\pm$  2,18%). При цьому маса передсердь становить 397,18  $\pm$  11,21 г (20,51  $\pm$  0,42%): лівого – 255,02  $\pm$  8,04 (13,17  $\pm$  0,21%), правого – 142,16  $\pm$  6,72 г (7,34  $\pm$  0,09%). Відповідно коефіцієнт відношення маси шлуночків серця до його чистої (без епікардіального жиру) маси становить 1:0,8, коефіцієнт відношення маси передсердь до чистої маси серця, відповідно, 1:0,2, а коефіцієнт відношення маси міокарду

передсердь до маси міокарду шлуночків становить 1:0,26 (табл. 3.14).

Таблиця 3.14

**Морфометрія серця, шлуночків та передсердь  
статевозрілої великої рогатої худоби, (*Bos Taurus taurus* L.,  
1758),  $M \pm m$ ,  $n = 5$**

| Показники                                                                     | АМ (г)        | ВМ (%)     |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| 1. Ліве передсердя                                                            | 255,02±8,04   | 13,17±0,21 |
| 2. Праве передсердя                                                           | 142,16±6,72   | 7,34±0,09  |
| 3. Праве та ліве передсердя (разом)                                           | 397,18±11,21  | 20,51±0,42 |
| 4. Лівий шлуночок                                                             | 984,91±19,52  | 50,87±1,32 |
| 5. Правий шлуночок                                                            | 554,17±14,21  | 28,62±0,64 |
| 6. Лівий та правий шлуночки (разом)                                           | 1539,08±49,74 | 79,49±2,18 |
| 7. Маса серця (без епікардіального жиру)                                      | 1936,26±41,12 | 100        |
| 8. Коефіцієнт відношення маси шлуночків до чистої маси серця                  | 1:0,8         |            |
| 9. Коефіцієнт відношення маси передсердь до чистої маси серця                 | 1:0,2         |            |
| 10. Коефіцієнт відношення маси міокарду передсердь до маси міокарду шлуночків | 1:0,26        |            |

Стінка серця сформована трьома оболонками: внутрішньою – ендокардом, середньою – міокардом; зовнішньою – епікардом. Домінуючу масу стінки серця формує м'язова оболонка – міокард.

Міокард передсердь сформований двома шарами – зовнішнім (загальним є для обох передсердь) та глибоким. М'язові волокна зовнішнього шару міокарду прямують у поперечному напрямі від одного вухка до іншого. Глибокий

шар міокарду у правому і лівому передсерді має поздовжні напрямки. Водночас у ділянці венозних отворів виявляються сформовані колові пучки волокон.

Стінки шлуночків міокарду товстіші за стінки його передсердь, що пов'язано з їх функціональною діяльністю. При цьому, міокард шлуночків сформований п'ятьма шарами: зовнішнім та внутрішнім, м'язові волокна яких мають косопоzdовжній напрямок, потім – зовнішнім та внутрішнім більш глибокими шарами та найглибшим шаром

Мікроскопічна будова міокарду серця сформована поперечнопосмугованими м'язовими волокнами, які побудовані із клітин – кардіоміоцитів, які з'єднані між собою у м'язові волокна вставними дисками (рис. 3.53).

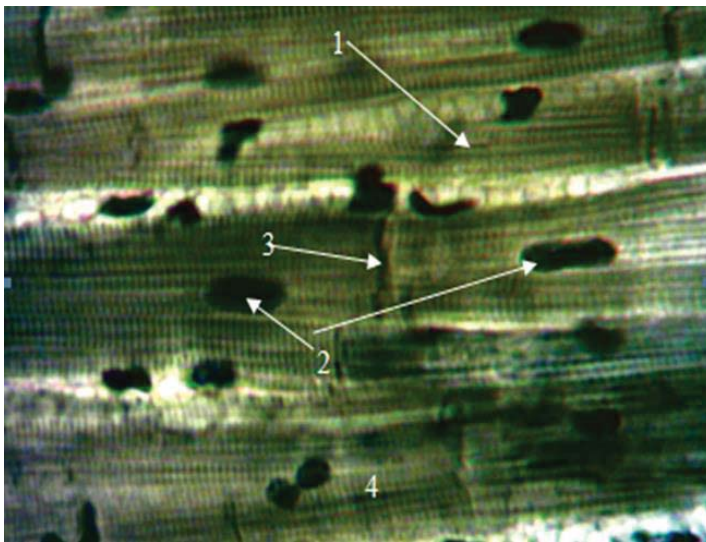


Рис. 3.53. Мікроскопічна будова міокарда лівого шлуночка серця статевозрілої великої рогатої худоби: 1 – кардіоміоцити; 2 – ядра кардіоміоцитів; 3 – вставні диски; 4 – поперечна посмугованість. Фарбування за методом Гейденгайна. х 600.

Під світловим мікроскопом, зафарбованих гістопрепаратів за методом Гейденгайна, кардіоміоцити мають вигляд темних поперечних смужок. У них чітко диференціюється сарколема, міофібрили та ядра, які знаходяться у центральній частині клітин (рис. 3.53). Міофібрили, розташовані уздовж осі клітини, утворюють характерну поперечну посмугованість, що є результатом впорядкованої організації міофіламентів актину та міозину, які беруть участь у процесі скорочення. Це дозволяє серцевим м'язам здійснювати потужні та синхронізовані скорочення, необхідні для нормальної роботи серця.

М'язові волокна між собою з'єднуються у єдине ціле, за допомогою анастомозів, формуючи таким чином сіткоподібну структуру. Між м'язовими волокнами виявляються прошарки міжм'язової сполучної тканини, де знаходяться кровоносні та лімфатичні судини (рис. 3.54; 3.55).

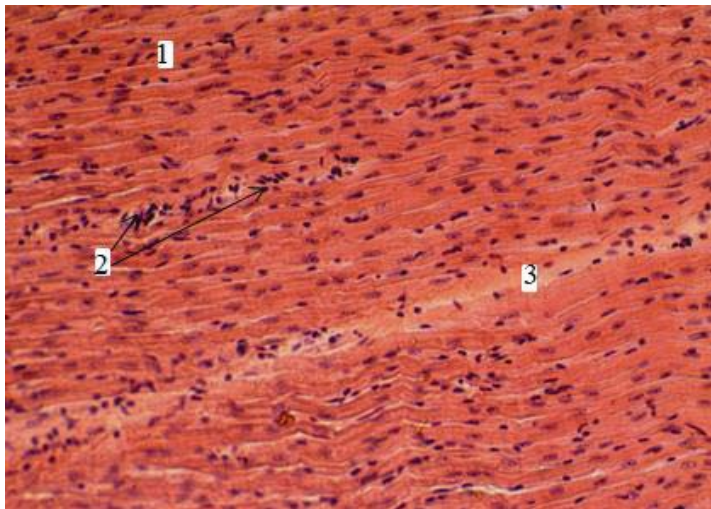


Рис. 3.54. Мікроскопічна будова міокарда правого шлуночка серця статевозрілої великої рогатої худоби: 1 – м'язові волокна; 2 – ядра кардіоміоцитів; 3 – міжм'язова сполучна тканина. Гематоксилін та еозин. х 120.

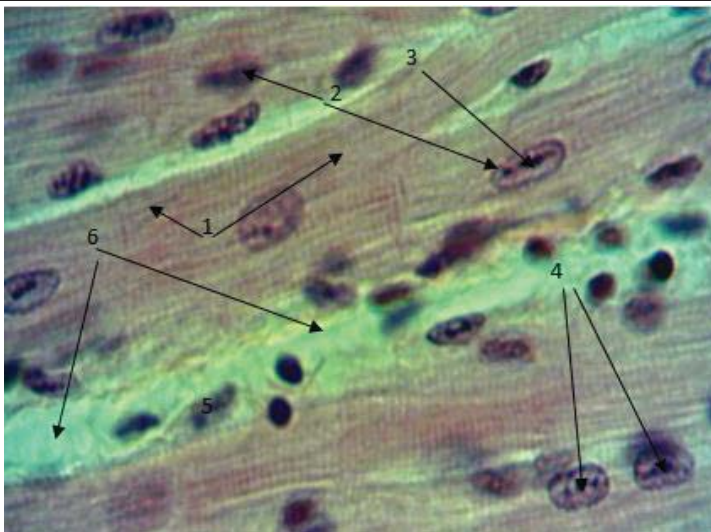


Рис. 3.55. Мікроскопічна будова міокарда правого шлуночка серця статевозрілої великої рогатої худоби: 1 – кардіоміоцити; 2 – ядра кардіоміоцитів; 3 – ядерця; 4 – ядерний хроматин; 5 – анастомози; 6 – міжм’язова сполучна тканина. Гематоксилін та еозин. x 600.

У м’язових волокнах, чітко диференціюються наявні поздовжня (внаслідок міофібрил) та поперечна (внаслідок білків актину та міозину) посмугованість (рис. 3.53). При тім, міофібрили, що щільно розташовані одна біля одної, розміщені ближче до периферії волокон та із одного волокна по анастомозах потрапляють в інші. За відносно незначної кількості міофібрил, поздовжня посмугованість кардіоміоцитів виражена чітко, а поперечна – відносно слабо. Окрім того, кардіоміоцити значно більші за своєю шириною, погано сприймають забарвлення, їх поперечна посмугованість слабо виражена, а міофібрили у таких випадках набувають витонченої форми.

Кардіоміоцити малої ширини, на поперечному зрізі мають овальний вигляд, міофібрили у них розташовані більш

---

щільно. У центрі кардіоміоцитів міститься одне, рідко – два ядра, овальної або ж видовженої форм, які розміщені нерівномірно. Ядерний хроматин у вигляді малих або ж крупніших зерен виявляється по всьому периметру каріоплазми (рис. 3.55).

За результатами наших цитометричних досліджень, кардіоміоцити, які формують м'язові волокна, залежно від їх морфотопографії (лівий, правий шлуночки, передсердя) мають неоднозначні морфометричні параметри.

Проведений нами детальний аналіз цитометричних досліджень мікроструктур міокарда засвідчує, що кількісні показники кардіоміоцитів у лівому шлуночку серця більші, ніж такі у правому. Так, у ВРХ довжина кардіоміоцитів лівого шлуночка у 1,16 раза більша, ніж правого і становить –  $72,02 \pm 1,08$  мкм, ширина кардіоміоцитів, відповідно, у 1,1 раза і дорівнює  $14,06 \pm 0,41$  мкм. Аналогічні зміни виявлено нами і за морфометричного дослідження об'ємів кардіоміоцитів та їх ядер. Найбільший об'єм кардіоміоцитів спостерігається у лівому шлуночку –  $11225,73 \pm 824,42$  мкм<sup>3</sup>. У правому шлуночку серця такий показник менший у 1,4 раза і становить, відповідно,  $7963,60 \pm 627,09$  мкм<sup>3</sup>. Аналогічні зміни спостерігаються і при визначенні об'єму ядер кардіоміоцитів, який більшим був у ядрах кардіоміоцитів лівого шлуночка –  $124,55 \pm 7,99$  мкм<sup>3</sup> і дещо меншим у правому шлуночку –  $121,67 \pm 7,02$  мкм<sup>3</sup> (табл. 3.15; рис. 3.56). Тому для кардіоміоцитів шлуночків було різне для них ядерно-цитоплазматичне відношення, яке найменше виявлялось у кардіоміоцитів лівого шлуночка ( $0,0113 \pm 0,0068$ ) і значно більше у кардіоміоцитів правого шлуночка ( $0,0156 \pm 0,0054$ ), що вказувало на їх морфофункціональну активність (табл. 3.15; рис. 3.56).

Таблиця 3.15

**Гістометричні показники кардіоміоцитів статевозрілої великої рогатої худоби (*Bos Taurus taurus L.*, 1758),**

**$M \pm m, n = 5$**

| Показники       | Довжина кардіоміоцитів (мкм) | Ширина кардіоміоцитів (мкм) | Об'єм кардіоміоцитів (мкм <sup>3</sup> ) | Об'єм ядер кардіоміоцитів (мкм <sup>3</sup> ) | Ядерно-цитоплазматичне відношення |
|-----------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------|
| Лівий шлуночок  | 72,02±1,08                   | 14,06±0,41                  | 11225,73±824,42                          | 124,55±7,99                                   | 0,0113±0,0068                     |
| Правий шлуночок | 62,07±1,23                   | 12,79±0,38                  | 7963,60±627,09*                          | 121,67±7,02                                   | 0,0156±0,0054*                    |
| Передсердя      | 56,08±1,37*                  | 10,02±0,46*                 | 5361,50±583,91**                         | 101,05±6,04*                                  | 0,0234±0,0058**                   |

*Примітка:* \*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$  по відношенню до лівого шлуночка.

Найменші морфометричні параметри (довжина, ширина кардіоміоцитів, об'єм кардіоміоцитів, об'єм їх ядер) були у кардіоміоцитах передсердь, в яких ЯЦВ було найбільшим і дорівнювало, відповідно, 0,0234±0,0058 (табл. 3.15; рис. 3.57), що свідчило про менше морфофункціональне навантаження кардіоміоцитів передсердь порівняно з кардіоміоцитами шлуночків, адже найбільш морфофункціонально активними та зрілими соматичними клітинами є ті, для яких характерний низький індекс ЯЦВ і, навпаки, клітини з високим ЯЦМ є менш функціонально активними. Це вказує на те, що передсердні кардіоміоцити мають менше навантаження через свою роль у більш обмеженому механічному насосному функціонуванні, тоді як кардіоміоцити шлуночків виконують більш інтенсивну і важливу функцію в процесі кровообігу, що вимагає більшої їх морфологічної та функціональної зрілості.

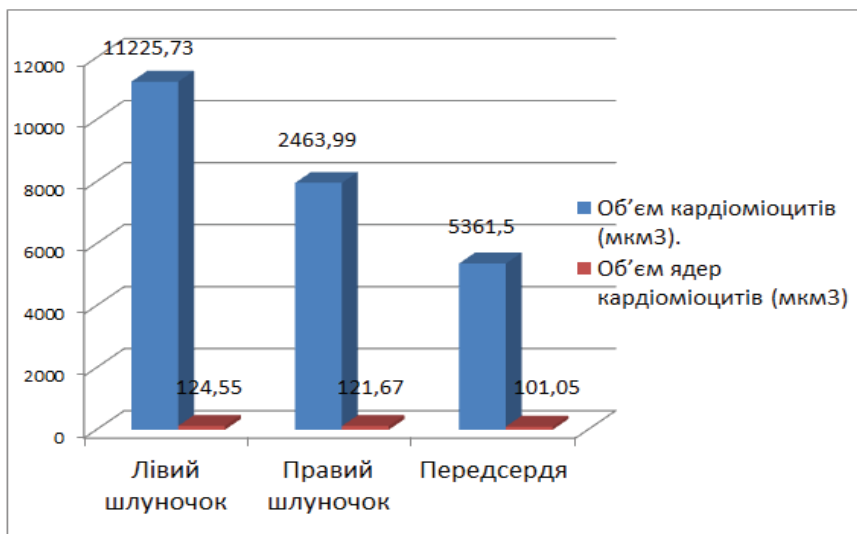


Рис. 3.56. Гістометричні показники кардіоміоцитів міокарду серця статевозрілої великої рогатої худоби.



Рис. 3.57. Ядерно-цитоплазматичне відношення кардіоміоцитів міокарду серця статевозрілої великої рогатої худоби.

### 3.1.6. Морфологія серця коня свійського (*Equus ferus Caballus L.*, 1758)

Серце статевозрілого коня має конусоподібну форму (рис. 3.58; 3.59). Розташоване серце у грудній порожнині між

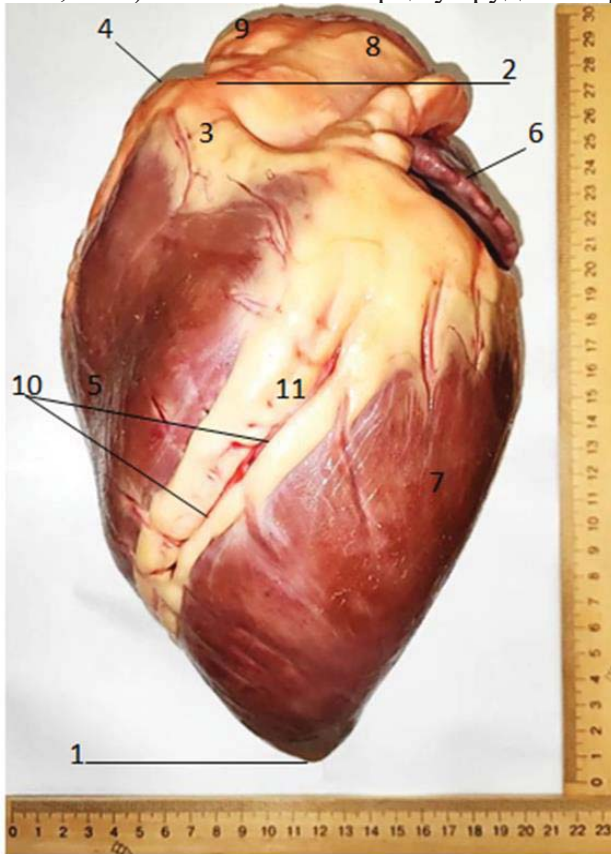


Рис. 3.58. Анатомічна будова серця статевозрілого коня (проекція серця з лівої сторони): 1 – верхівка серця; 2 – основа серця; 3 – субепікардіальний жир; 4 – праве серцеве вушко; 5 – правий шлуночок; 6 – ліве серцеве вушко; 7 – лівий шлуночок; 8 – аорта; 9 – плечоголовний стовбур; 10 – біляконусна міжшлуночкова борозна; 11 – кровоносні судини. Макропрепарат.

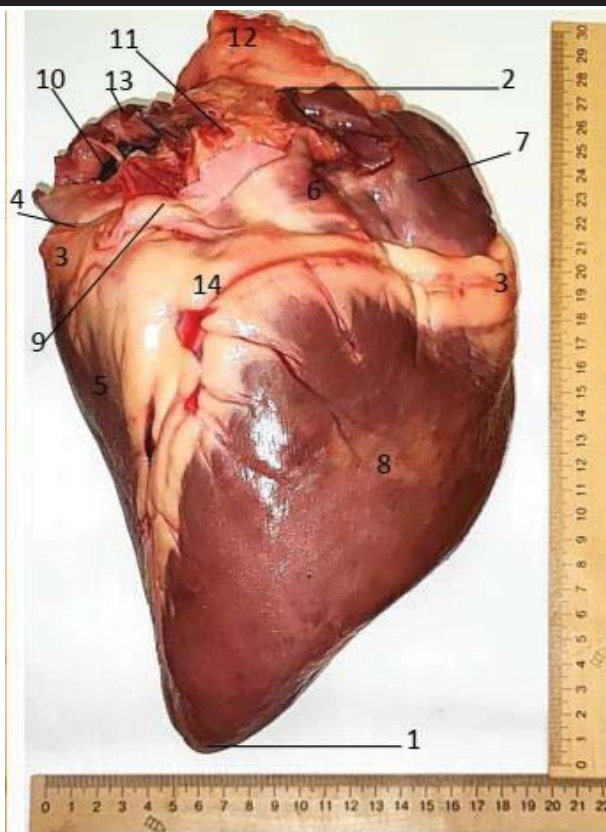


Рис. 3.59. Анатомічна будова серця статевозрілого коня (проекція серця з правої сторони): 1 – верхівка серця; 2 – основа серця; 3 – субепікардіальний жир; 4 – ліве передсердя; 5 – лівий шлуночок; 6 – праве передсердя; 7 – праве серцеве вушко; 8 – правий шлуночок; 9 – фрагмент осердя; 10 – каудальна порожниста вена; 11 – краніальна порожниста вена; 12 – аорта; 13 – легеневі вени; 14 – підпазушна міжшлуночкова борозна. Макропрепарат.

правою та лівою легенями. Значна частина серця знаходиться зліва від серединної (сагітальної) площини, під легенями, у ділянці 3–4-го міжреб'я. Краніально серце обмежене третім ребром, а каудально – реберним хрящем п'ятого ребра. Широка основа серця міститься на рівні плечового суглоба у

краніодорсальному напрямку. Верхівка серця має каудовентральний напрямок та знаходиться надзвичайно близько до груднини.

Ззовні серце коня знаходиться у своєрідній серцевій сумці (оболонці) – перикарді (осерді), що складається з 2-х шарів, розмежованих один від одного простором. Внутрішній шар міцно з'єднаний з серцевою сумкою, він називається вісцеральним листком або епікардом. Зовнішній шар являє собою досить нееластичну сполучну тканину – пристінний шар. У порожнині між оболонками знаходиться незначна кількість рідини, яка виконує функцію змащування.

Згідно з морфометричних досліджень, абсолютна маса серця становить  $2987,6 \pm 96,84$  г, що складає  $0,59 \pm 0,012\%$  (відносна маса) від загальної маси тварин. Чиста маса серця дорівнює  $2807,32 \pm 92,79$  г (табл. 3.16).

Таблиця 3.16

**Лінійні параметри серця статевозрілого коня, (*Equus ferus Caballus* L., 1758),  $M \pm m$ ,  $n = 5$**

| Показники                                          | Цифрові значення  |
|----------------------------------------------------|-------------------|
| 1. Висота серця (см)                               | $30,26 \pm 0,38$  |
| 2. Ширина серця (см)                               | $20,52 \pm 0,29$  |
| 3. Товщина серця (см)                              | $12,8 \pm 0,21$   |
| 4. Окружність серця (см)                           | $54,16 \pm 1,94$  |
| 5. Індекс розвитку (форми) серця (%)               | $147,52 \pm 7,36$ |
| 6. Середнє значення товщини стінки шлуночків (мм)  | $30,55 \pm 0,76$  |
| 7. Товщина стінки лівого шлуночка (мм)             | $40,14 \pm 0,88$  |
| 8. Товщина стінки правого шлуночка (мм)            | $20,92 \pm 0,54$  |
| 9. Середнє значення товщини стінки передсердь (мм) | $10,53 \pm 0,32$  |
| 10. Товщина стінки лівого передсердя (мм)          | $11,02 \pm 0,16$  |
| 11. Товщина стінки правого передсердя (мм)         | $10,05 \pm 0,14$  |

---

На серці коня, за анатомічного огляду, чітко виражені ліва та права латеральні (бокові) його поверхні, а також лівий та правий шлуночкові краї (рис. 3.58; 3.59).

Серце коня, так як і у інших досліджуваних нами свійських ссавців, чотирикамерне і складається з двох передсердь (верхніх – дорсальних малих камер) та двох шлуночків (нижніх – вентральних великих камер), (рис. 3.58; 3.59). Передсердя є основними резервуарами для крові, що повертається до серця, забезпечуючи її подальше наповнення шлуночків. Шлуночки, у свою чергу, здійснюють основну роботу по перекачуванню крові через легеневу артерію в легені та через аорту до решти органів та систем організму. На краніальній площині правого та лівого передсердя виявляються невеликі виступи – серцеві вушка, які чітко окреслені та знаходяться ліворуч біля основи аорти та легеневого стовбура (рис. 3.58; 3.59). По зовнішній поверхні серця між передсердями та шлуночками виявляється вінцевий жолоб.

Правий шлуночок серця у коня займає значну частину краніального краю органа. На поперечному зрізі він має форму місяця. Лівий шлуночок знаходиться у верхівковій частині серця та має конусоподібну форму (рис. 3.58; 3.59).

Згідно з лінійними вимірами серця та його складових, висота органу у коня становить  $30,26 \pm 0,38$  см, ширина –  $20,52 \pm 0,29$  см, товщина –  $12,8 \pm 0,21$  см, а окружність –  $54,16 \pm 1,94$  см. При тім індекс розвитку (форми) серця коня дорівнює  $147,52 \pm 7,36$  % (табл. 3.16), тому серце коня свійського (*Equus ferus Caballus* L., 1758) визначається як розширено-вкороченого типу.

Стінка серця сформована трьома оболонками: епікардом (зовнішня оболонка), міокардом (середня оболонка), ендокардом (внутрішня оболонка). Ці оболонки працюють у

---

тісній взаємодії для забезпечення нормального функціонування серця, підтримання його структурної цілісності та ефективного виконання основної функції – перекачування крові.

Зовнішня оболонка серця сама найтонша, вона утворена ніжною сполучною тканиною. У ній виявляються нерви та великі кровоносні судини.

Середня оболонка – міокард, сильно розвинена і складається із багатьох шарів м'язової тканини. Вона є основним м'язовим шаром серцевої стінки. У передсердях м'язова оболонка сформована двома шарами – зовнішнім та глибоким. Зовнішній шар міокарду є загальним для обох передсердь, де м'язові волокна прямують у поперечному напрямі від одного вушка до іншого. Глибокий шар міокарду у правому та лівому передсердях має поздовжні напрямки, а у ділянці венозних отворів виявляються сформовані колові пучки волокон.

Міокард шлуночків серця утворений п'ятьма шарами: поверхневим зовнішнім і внутрішнім (м'язові волокна, якого розташовані у косо-поздовжньому напрямку); середнім зовнішнім і внутрішнім (більш глибоким шаром) та найглибшим шаром, у якому напрямок волокон нагадує форму, подібну цифрі «вісім».

Внутрішня оболонка (ендокард) серця утворена тоненьким шаром ендотелію, який покритий ззовні тоненьким шаром пухкої сполучної тканини з гладкими м'язовими волокнами. Вона формує м'яке покриття внутрішньої поверхні серцевих камер і клапанів.

Ліве передсердя, як і праве, являє собою тонкостінну камеру у дорсальній частині серця. Праве та ліве передсердя розділені між собою досить тоненькою міжпередсердною перегородкою. Лівий та правий шлуночки серця –

---

товстостінні камери, які розділяються між собою міжшлуночковою перегородкою.

За вимірів товщини стінки шлуночків серця коня, їх загальна товщина дорівнює  $30,55 \pm 0,76$  мм. Стінка лівого шлуночка ( $40,14 \pm 0,88$  мм) серця коня, є достовірно ( $p \leq 0,01$ ) у 1,92 раза більшою, ніж правого ( $20,92 \pm 0,54$  мм). Такий показник у бік зростання товщини стінки ЛШ, порівняно з правим, пов'язаний зі значним розвитком мускулатури (м'язової оболонки) серця, яка досягає у коня до 4-х і навіть більше см унаслідок того, що скоротливі кардіоміоцити м'язів ЛШ під час роботи виконують посилене навантаження, під тиском подаючи кров (велике коло кровообігу) усьому організму. Завдяки такій унікальній специфічній будові, серце коня в організмі виконує, відповідно, функцію (роль) насоса циркуляції крові, і у кровоносній системі організму підтримується постійний рух крові у замкненій системі судин тільки в одному напрямку. Зменшення товщини стінки правого шлуночка (ПШ) серця, порівняно з лівим, пояснюється тим, що м'язи правого шлуночка серця прокачують кров із відповідної камери у мале – легеневе коло кровообігу, виконуючи при цьому менше функціональне навантаження, ніж м'язи ЛШ, прокачуючи кров по усьому організму.

За результатами морфометрії, товщина стінки лівого передсердя серця коня становить  $11,02 \pm 0,16$  мм, відповідно, правого –  $10,05 \pm 0,14$  мм, а відтак, стінка передсердь має менш виражену м'язову оболонку, ніж шлуночки. Середнє значення товщини стінки передсердь серця коней складає  $10,53 \pm 0,32$  мм, що достовірно ( $p \leq 0,001$ ) у 2,9 раза менше, ніж такий показник у шлуночках (табл. 3.16). Це пояснюється тим, що основним завданням м'язів передсердь є

прокачування крові у вентральному напрямку у відповідні шлуночки серця.

За результатами морфометрії абсолютної маси шлуночків та передсердь серця середня маса лівого передсердя (ЛП) серця коня дорівнює  $338,67 \pm 14,52$  г, що становить  $12,06 \pm 0,47\%$  стосовно чистої (без епікардіального жиру) маси серця. Середня АМ правого передсердя дорівнює  $212,91 \pm 10,77$  г ( $7,58 \pm 0,11\%$ ), що достовірно ( $P < 0,01$ ) у 1,6 раза є меншою, ніж лівого. Середня маса обох передсердь серця коня становить  $551,57 \pm 42,34$  г ( $19,64 \pm 0,51\%$ ) (табл. 3.17).

Таблиця 3.17

**Морфометрія серця, шлуночків та передсердь  
статевозрілого коня, (*Equus ferus Caballus* L., 1758),  
 $M \pm m, n = 5$**

| Показники                                                                     | АМ (г)              | ВМ (%)           |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
| 1. Ліве передсердя                                                            | $338,67 \pm 14,52$  | $12,06 \pm 0,47$ |
| 2. Праве передсердя                                                           | $212,91 \pm 10,77$  | $7,58 \pm 0,11$  |
| 3. Праве та ліве передсердя (разом)                                           | $551,57 \pm 42,34$  | $19,64 \pm 0,51$ |
| 4. Лівий шлуночок                                                             | $1484,12 \pm 28,74$ | $52,87 \pm 4,08$ |
| 5. Правий шлуночок                                                            | $771,63 \pm 19,27$  | $27,49 \pm 0,82$ |
| 6. Лівий та правий шлуночки (разом)                                           | $2255,75 \pm 88,69$ | $80,35 \pm 4,29$ |
| 7. Маса серця (без епікардіального жиру)                                      | $2807,32 \pm 92,79$ | 100              |
| 8. Коефіцієнт відношення маси шлуночків до чистої маси серця                  | 1:0,80              |                  |
| 9. Коефіцієнт відношення маси передсердь до чистої маси серця                 | 1:0,20              |                  |
| 10. Коефіцієнт відношення маси міокарду передсердь до маси міокарду шлуночків | 1:0,24              |                  |

---

Абсолютна маса ЛШ найбільша і дорівнює  $1484,12 \pm 28,74$  г ( $52,87 \pm 4,08\%$ ), АМ правого шлуночка, відповідно, до ЛШ достовірно ( $P < 0,01$ ) у 1,9 раза менша і становить  $771,63 \pm 19,27$  г ( $27,49 \pm 0,82\%$ ). Загалом середня АМ обох шлуночків дорівнює  $2255,75 \pm 88,69$  г, відповідно, відносна маса до чистої маси серця в цілому становить  $80,35 \pm 4,29\%$  (табл. 3.17).

Коефіцієнт відношення абсолютної маси шлуночків серця фізіологічно зрілого коня до чистої (без епікардіального жиру) маси серця становить 1:0,8, коефіцієнт відношення АМ передсердь до його чистої маси серця в цілому дорівнює 1:0,20, а коефіцієнт відношення абсолютної маси передсердь до АМ шлуночків дорівнює 1:0,24 (табл. 3.17).

Мікроскопічно будова міокарду утворена серцевою м'язовою тканиною у вигляді м'язових волокон, між якими виявляються прошарки пухкої волокнистої сполучної тканини з наявністю кровоносних і лімфатичних судин та нервів.

М'язові волокна побудовані з кардіоміоцитів (скоротливих міоцитів), які розміщені у вигляді ланцюжка. Поєднуючись кардіоміоцити між собою у горизонтальній площині, формують таким чином структури, подібні до м'язових волокон соматичної поперечно-посмугованої м'язової тканини (рис. 3.60; 3.61). Поєднуються кардіоміоцити між собою у м'язові волокна вставними дисками (рис. 3.62), які виконують опорну функцію для скорочувальних елементів клітини (міофіламентів), сприяючи швидкому електричному збудженню та забезпечують єдине скорочення міокарда і тим самим формують функціональний синцитій.

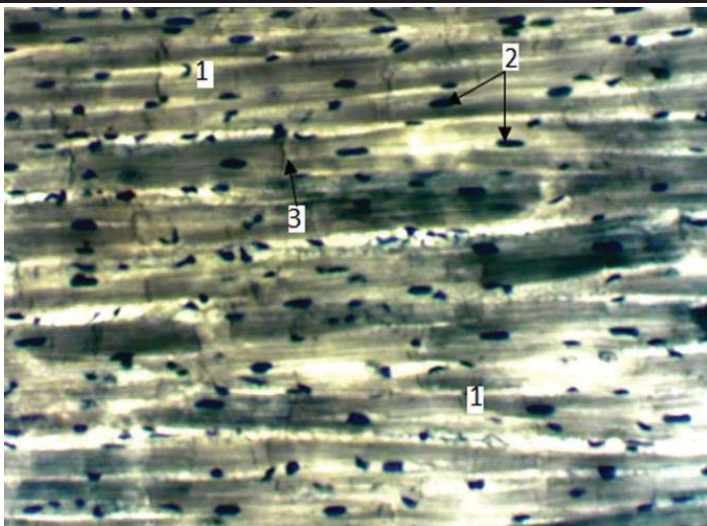


Рис. 3.60. Мікроскопічна будова міокарда правого шлуночка серця статевозрілого коня: 1 – кардіоміоцити; 2 – ядра кардіоміоцитів; 3 – вставні диски. Фарбування за методом Гейденгайна. х 400.

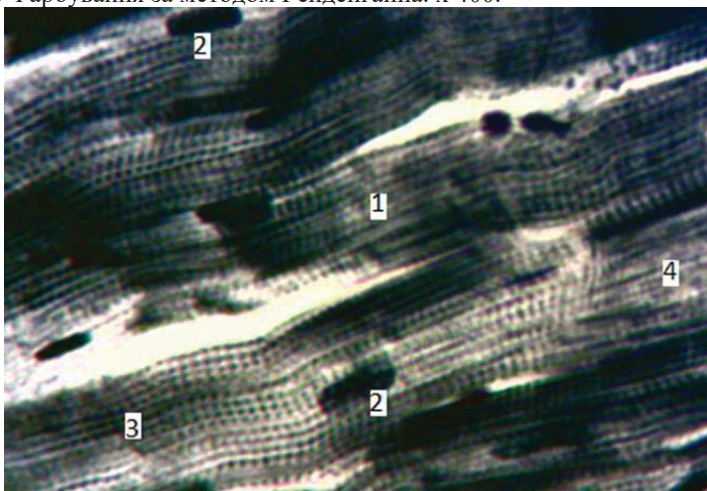


Рис. 3.61. Мікроскопічна будова міокарда лівого шлуночка серця статевозрілого коня: 1 – кардіоміоцити; 2 – ядра кардіоміоцитів; 3 – поперечна посмугованість; 4 – поздовжня посмугованість. Фарбування за методом Гейденгайна. х 600.

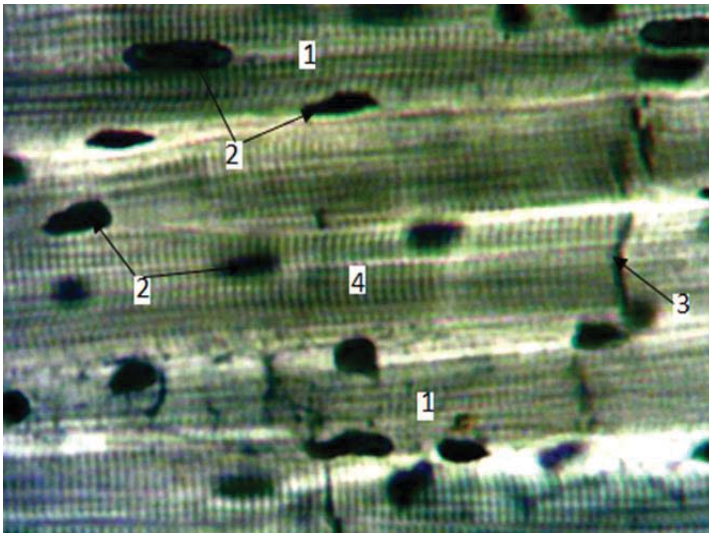


Рис. 3.62. Мікроскопічна будова міокарда лівого шлуночка серця статевозрілого коня: 1 – кардіоміоцити; 2 – ядра кардіоміоцитів; 3 – вставні диски; 4 – поперечна посмугованість. Фарбування за методом Гейденгайна. х 600.

М'язові волокна побудовані з кардіоміоцитів (скоротливих міоцитів), які розміщені у вигляді ланцюжка. Поєднуючись кардіоміоцити між собою у горизонтальній площині, формують таким чином структури, подібні до м'язових волокон соматичної поперечно-посмугової м'язової тканини (рис. 3.60; 3.61). Поєднуються кардіоміоцити між собою у м'язові волокна вставними дисками (рис. 3.62), які виконують опорну функцію для скорочувальних елементів клітини (міофіламентів) та забезпечують єдине скорочення міокарда і тим самим формують функціональний синцитій.

Скоротливі міоцити, за мікроскопічною будовою, циліндричної форми, у їх саркоплазмі, особливо за фарбування гістопрепаратів за методом Гейденгайна, виразно

---

диференціюється поперечна та поздовжня посмугованість (рис. 3.62).

За огляду препаратів під світловим мікроскопом кардіоміоцити на поздовжньому зрізі мають форму темних поперечних смужок. У них виразно диференціюється сарколема, міофібрили та ядра, які розміщені у центральній частині скоротливих клітин.

Згідно з результатами власних досліджень з'ясовано, що мікроскопічна будова серця коня свійського, його анатомічних складових має подібну гістоархітекtonіку, властиву свійським тваринам класу Ссавці, проте різниться цитометричними параметрами. Так, за результати цитометрії, кардіоміоцити, з яких побудовані м'язові волокна, залежно від їх функціонального навантаження (правий, лівий шлуночки, передсердя) мають різні кількісні цитометричні значення. Зокрема, кардіоміоцити лівого шлуночка, що відповідають за перекачування крові в аорту та в загальний кровообіг, мають більші розміри та більшу кількість міофібрил у порівнянні з кардіоміоцитами правого шлуночка, які працюють з меншою інтенсивністю та забезпечують кровообіг у легеновому колі. Така морфологічна та цитометрична відмінність зумовлена високим функціональним навантаженням, яке лягає на лівий шлуночок, де м'язові волокна повинні створювати більший тиск для прокачування крові через великі судини. Кардіоміоцити передсердь, порівняно з шлуночковими, мають менші розміри та іншу організацію цитоскелетних елементів, що відображає їх менше функціональне навантаження в серцевому циклі. Вони виконують роль резервуарів для крові, яка надходить до серця.

Так, об'єм кардіоміоцитів ЛШ міокарду коня свійського достовірно ( $p \leq 0,05$ ) у 1,49 раза більший відносно правого

(8400,67±681,04 (мкм<sup>3</sup>) і становить 12554,36±877,52 мкм<sup>3</sup>. Об'єм кардіоміоцитів передсердь є найменшим і дорівнює, відповідно, 5729,17±513,37 мкм<sup>3</sup> (табл. 3.18; рис. 3.63). За обчислення об'єму ядер шлуночків та передсердь встановлені подібні їх значення: об'єм ядер кардіоміоцитів ЛШ – 132,98 ±9,12 мкм<sup>3</sup>, відповідно, ПШ – 131,82±7,92 мкм<sup>3</sup> та передсердь – 129,04±7,76 (мкм<sup>3</sup>), (рис. 3.63; табл. 3.18).

Таблиця 3.18

**Гістометричні показники кардіоміоцитів статевозрілого коня, (*Equus ferus Caballus* L., 1758), М ± m, n = 5**

| Показники       | Довжина кардіоміоцитів (мкм) | Ширина кардіоміоцитів (мкм) | Об'єм кардіоміоцитів (мкм <sup>3</sup> ) | Об'єм ядер кардіоміоцитів (мкм <sup>3</sup> ) | Ядерно-цитоплазматичне відношення |
|-----------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------|
| Лівий шлуночок  | 77,99±1,62                   | 14,32 ±0,72                 | 12554,36±877,52                          | 132,98±9,12                                   | 0,0107±0,0074                     |
| Правий шлуночок | 64,04±1,39                   | 12,92±0,74                  | 8400,67±681,04*                          | 131,82±7,92                                   | 0,0159±0,0098                     |
| Передсердя      | 60,98±1,40                   | 10,94±0,73                  | 5729,17±513,37**                         | 129,04±7,76                                   | 0,0230±0,0066                     |

*Примітка:* \* p≤0,05; \*\* p≤0,01; \*\*\* p≤0,001 по відношенню до лівого шлуночка.

За таких неоднозначних цитометричних параметрів об'ємів кардіоміоцитів та майже однозначних характеристик об'ємів їх ядер сформоване різне для них ядерно-цитоплазматичне відношення: найменше ЯЦВ виявлено у кардіоміоцитів ЛШ (0,0107±0,0074), значно більше – у кардіоміоцитів ПШ (0,0159±0,0098), що вказує на посилену функціональну активність кардіоміоцитів ЛШ, оскільки ЛШ функціонує в основному як насос, а правий – як об'ємний.

Тому кардіоміоцити ЛШ серця виконують значно більше навантаження, сприяючи руху крові по судинам великого кола кровообігу, а, відповідно, кардіоміоцити ПШ – менше навантаження, сприяючи руху крові по судинам малого кола кровообігу.

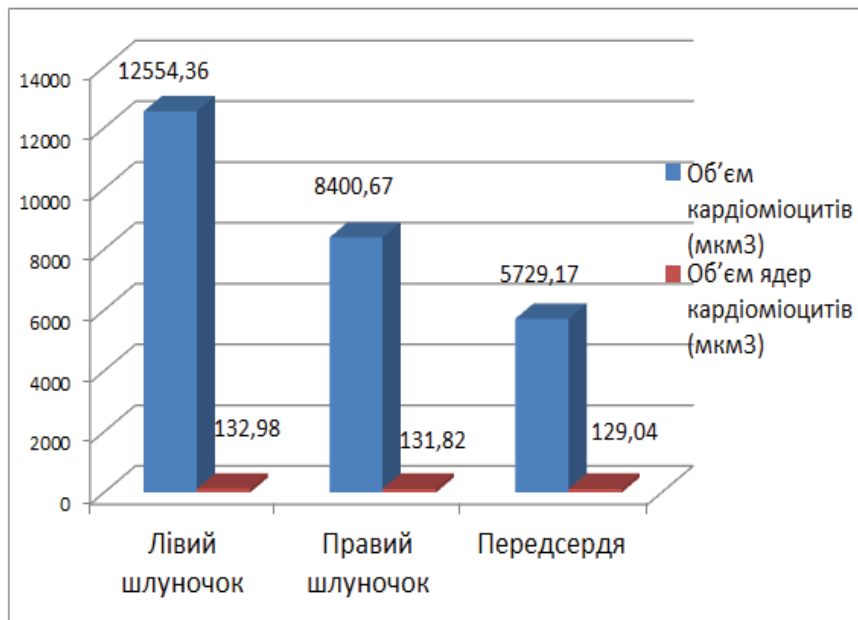


Рис. 3.63. Гістометричні показники кардіоміоцитів міокарду серця статевозрілого коня.

Найбільше ЯЦВ встановлено у кардіоміоцитів передсердь –  $0,023 \pm 0,0066$  (рис. 3.64; табл. 3.18), що пов'язано зі значно меншим функціональним навантаженням кардіоміоцита передсердь, порівняно з кардіоміоцитами шлуночків. Адже більш функціонально активними та зрілими клітинами є ті, для яких характерний низький індекс ЯЦВ і, навпаки, клітини з високим ЯЦВ є менш функціонально

активними. І саме тому, різні цито- та кардіометричні параметри об'ємів кардіоміоцитів шлуночків і передсердь, а тому різне ЯЦВ скоротливих міоцитів, ми пов'язуємо з морфофункціональною діяльністю роботи серця: передсердя отримують кров, що повертається до серця від тіла тварин, а шлуночки перекачують кров від серця до тіла, виконуючи найбільше навантаження.



Рис. 3.64. Ядерно-цитоплазматичне відношення кардіоміоцитів міокарду серця статевозрілого коня.

## 3.2. Морфометрія серця свійських ссавців

### 3.2.1. Органометрія серця свійських ссавців

За результатами органометричних досліджень, АМ та ВМ серця у свійських ссавців різняться за характерними для них абсолютними та відносними показниками та напряду залежать від їх маси тіла (рис. 3.65; табл. 3.19).

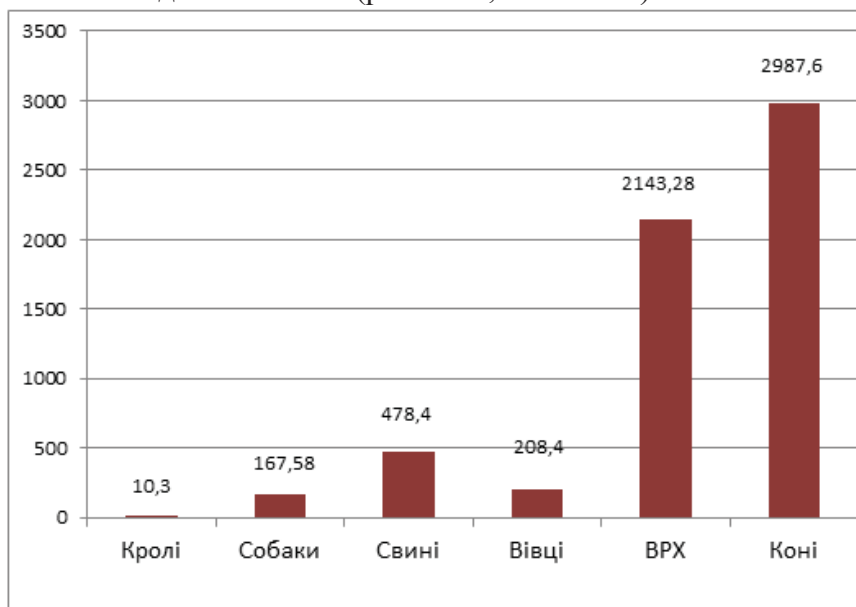


Рис. 3.65. Видові особливості абсолютної маси серця свійських ссавців (г).

Так, у кролів, які є найменшою твариною з досліджуваних нами тварин, абсолютна маса серця – найменша і становить  $10,3 \pm 0,86$  г. Такий показник у собак значно більший і дорівнює  $167,58 \pm 9,46$  г. Найбільша абсолютна маса органа є у великих тварин, великої рогатої

---

худоби ( $2143,27 \pm 38,76$  г) та коней ( $2987,6 \pm 96,84$  г). У свиней та овець абсолютна маса серця займає проміжне значення, і дорівнює, відповідно,  $487,4 \pm 8,12$  г та  $208,4 \pm 9,82$  г (табл. 3.19).

Отже, за аналізом результатів морфометричних досліджень, абсолютна маса серця у свійських ссавців різна та залежить від рівня розвитку тварин у філогенетичному ряді (чим більша маса тіла тварин, тим більша АМ органа) (рис. 3.65; табл. 3.19).

Відносна маса серця у свійських ссавців, залежно від виду тварин (їх маси тіла) та абсолютної маси органа, різна. Так, згідно з результатами наших досліджень, найбільша відносна маса серця характерна для собак –  $0,72 \pm 0,005\%$ . Показники відносної маси серця у інших досліджуваних нами тварин, є подібними. При тім, у свині, відносна маса серця є найменшою і, відповідно, становить  $0,29 \pm 0,004\%$ , дещо більша у кролів ( $0,31 \pm 0,008\%$ ), потім у великої рогатої худоби ( $0,43 \pm 0,006\%$ ), у овець ( $0,44 \pm 0,007\%$ ) та коней ( $0,59 \pm 0,012\%$ ) та (табл. 3.19; рис. 3.66).

Аналізуючи органометричні показники серця та його складових у свійських ссавців, слід зазначити, що лінійні параметри (висота, ширина, товщина, окружність, індекс розвитку (форми) серця) у дослідних тварин напряму залежать від виду дослідних тварин, будови та форми їх грудної клітки, морфотопографії серця, їх абсолютної маси тощо.

Так, найбільшу загальну висоту, ширину, товщину та окружність серця мають коні, показники у яких дорівнюють  $30,26 \pm 0,38$  см,  $20,52 \pm 0,29$  см,  $12,8 \pm 0,21$  та  $54,16 \pm 1,94$  см. Індекс розвитку (форми) серця у коней становить  $147,52 \pm 7,36\%$  (табл. 3.20).

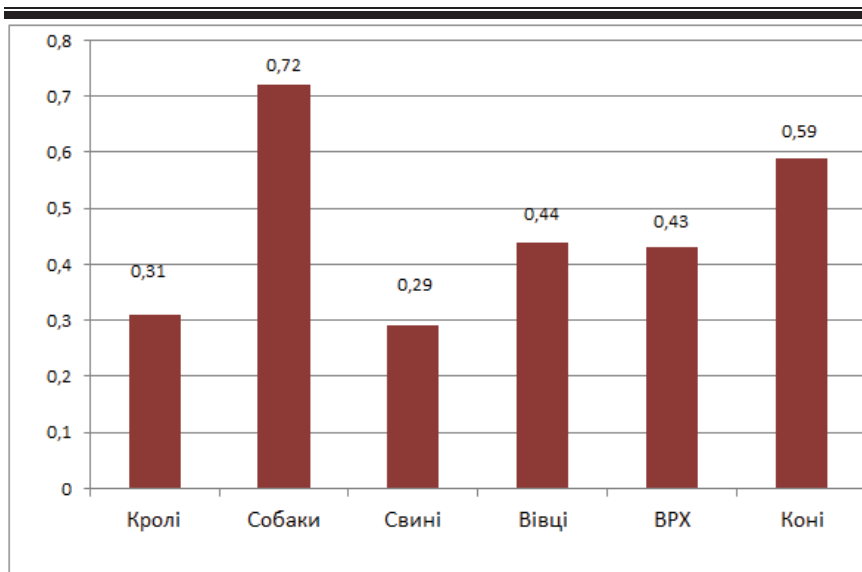


Рис. 3.66. Видові особливості відносної маси серця свійських ссавців (%).

Таблиця 3.19

**Абсолютна та відносна маса серця свійських ссавців,  
 $M \pm m$ ,  $n = 5$**

| Вид тварин | Показники           |                   |
|------------|---------------------|-------------------|
|            | Абсолютна маса (г)  | Відносна маса (%) |
| Кролі      | $10,3 \pm 0,86$     | $0,31 \pm 0,008$  |
| Собаки     | $167,58 \pm 9,46$   | $0,72 \pm 0,005$  |
| Свині      | $487,4 \pm 8,12$    | $0,29 \pm 0,004$  |
| Вівці      | $208,4 \pm 9,82$    | $0,44 \pm 0,007$  |
| ВРХ        | $2143,27 \pm 38,76$ | $0,43 \pm 0,006$  |
| Коні       | $2987,6 \pm 96,84$  | $0,59 \pm 0,012$  |

Примітка: \*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$  по відношенню до попередньої дослідної групи.

Найменші параметри загальної висоти, ширини, товщини серця, його окружності мають кролі. Значно більші показники виявляли у собак, потім овець, свиней, великої рогатої худоби і, найбільші, як ми вже відмічали, у коней (табл. 3.20).

Таблиця 3.20

**Лінійні параметри серця свійських ссавців,  $M \pm m$ ,  $n = 5$**

| Показники                                       | Вид тварин    |               |               |               |                |                |
|-------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
|                                                 | Кролик        | Собака        | Свиня         | Вівця         | ВРХ            | Кінь           |
| Висота серця (см)                               | 3,5 ± 0,04    | 11,09 ± 0,06  | 15,9 ± 0,07   | 13,1 ± 0,04   | 23,08 ± 0,11   | 30,26 ± 0,38   |
| Ширина серця (см)                               | 2,4 ± 0,03    | 7,6 ± 0,02    | 10,3 ± 0,06   | 9,0 ± 0,03    | 13,9 ± 0,18    | 20,52 ± 0,29   |
| Товщина серця (см)                              | 1,6 ± 0,02    | 4,8 ± 0,01    | 6,4 ± 0,05    | 5,6 ± 0,02    | 8,1 ± 0,12     | 12,8 ± 0,21    |
| Окружність серця (см)                           | 6,6 ± 0,06    | 17,7 ± 0,08   | 26,5 ± 0,12   | 22,2 ± 0,16   | 38,08 ± 0,9    | 54,16 ± 1,94   |
| Індекс розвитку (форми) серця (%)               | 145,8 ± 4,16  | 145,9 ± 6,56  | 155,06 ± 6,32 | 145,5 ± 4,02  | 166,04 ± 5,14  | 147,52 ± 7,36  |
| Середнє значення товщини стінки шлуночків (мм)  | 4,51 ± 0,08   | 13,24 ± 0,21  | 20,55 ± 0,24  | 2,42 ± 0,17   | 27,68 ± 0,36   | 30,55 ± 0,76   |
| Товщина стінки лівого шлуночка (мм)             | 5,91 ± 0,11   | 15,92 ± 0,34  | 26,7 ± 0,51   | 16,2 ± 0,22   | 36,54 ± 0,64   | 40,14 ± 0,88   |
| Товщина стінки правого шлуночка (мм)            | 3,12 ± 0,09** | 10,47 ± 0,11* | 14,4 ± 0,32** | 8,04 ± 0,11** | 18,46 ± 0,52** | 20,92 ± 0,54** |
| Середнє значення товщини стінки передсердь (мм) | 3,21 ± 0,08   | 4,01 ± 0,02   | 6,93 ± 0,09   | 6,62 ± 0,43   | 7,69 ± 0,23    | 10,53 ± 0,32   |
| Товщина стінки лівого передсердя (мм)           | 3,82 ± 0,04   | 4,37 ± 0,08   | 7,81 ± 0,06   | 7,05 ± 0,09   | 8,24 ± 0,12    | 11,02 ± 0,16   |
| Товщина стінки правого передсердя (мм)          | 2,61 ± 0,02*  | 3,32 ± 0,05*  | 6,02 ± 0,04*  | 5,06 ± 0,07*  | 7,22 ± 0,09*   | 10,05 ± 0,14*  |

Примітка: \*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$  по відношенню стінки товщини ПШ до ЛШ та ПП до ЛП.

---

За таких лінійних параметрів щодо відношення загальної висоти серця до його ширини нами встановлено різні значення показників індексу розвитку (форми) серця: у кролів –  $145,8 \pm 4,16\%$ , у собак –  $145,9 \pm 6,56\%$ , у свиней –  $155,06 \pm 6,32\%$ , у овець –  $145,5 \pm 4,02\%$ , у великої рогатої худоби –  $166,04 \pm 5,14\%$ , у коней –  $147,52 \pm 7,36\%$  (табл. 3.20).

Згідно з аналізом результатів наших досліджень промірів серця у дослідних тварин, при тім, враховуючи ІРС (табл. 3.20), у кроля, собаки, вівці та коня серце визначається як розширено-вкороченого типу, у свині – розширено-видовженого типу, у великої рогатої худоби – видовжено-звуженого типу. При тім серце у 66,7 % (кролі, собаки, вівці, коні) тварин відносяться до першого типу – розширено-вкороченого, у 16,7 % (свині) тварин до другого типу – розширено-видовженого) і у 16,7 % (ВРХ) тварин до третього типу – видовжено-звуженого.

Аналізуючи результати морфометрії товщини стінки серця у свійських ссавців у цілому та його шлуночків і передсердь, встановлено півні особливості їх товщини стінок, залежно від їх функціонального навантаження та відповідно від видових особливостей дослідних тварин (табл. 3.20).

Так, згідно з результатами наших досліджень, найбільшу товщину у всіх дослідних тварин, мають стінки лівого шлуночка: у кролів –  $5,91 \pm 0,11$  мм, собак –  $15,92 \pm 0,34$  мм, свиней –  $26,7 \pm 0,51$  мм, овець –  $164,08 \pm 16,17$  мм, ВРХ –  $36,54 \pm 0,64$  мм, коней –  $40,14 \pm 0,88$  мм (табл. 3.20).

Достовірно меншою була товщина стінки правих шлуночків серця у свійських ссавців, порівняно з товщиною стінок ЛШ: у кролів ( $p \leq 0,01$ ) у 1,9 раза, у собак ( $p \leq 0,05$ ) – 1,52 раза, у свиней ( $p \leq 0,01$ ) – 1,85 раза, у овець ( $p \leq 0,01$ ) – 1,98 раза, у ВРХ – ( $p \leq 0,01$ ) – 1,98 раза, у коней ( $p \leq 0,01$ ) – 1,98 раза (табл. 3.20).

---

Найменші товщини стінок серця були виявлені у лівому та правому передсердях. Так, у лівому передсерді товщина стінок, залежно від виду тварин мала наступні значення: у кролів –  $3,82 \pm 0,04$  мм, собак –  $4,37 \pm 0,08$  мм, свиней –  $7,81 \pm 0,06$  мм, овець –  $7,05 \pm 0,09$ , ВРХ –  $8,24 \pm 0,12$  мм, коней –  $11,02 \pm 0,16$  мм (табл. 3.20). При тім, товщина стінок серця у правому передсерді, порівняно з таким показником у лівому передсерді, у всіх дослідних тварин була достовірно ( $p \leq 0,05$ ) меншою: у кролів у 1,46 раза, у собак – 1,32 раза, у свиней – 1,3 раза, у овець – 1,39 раза, у ВРХ – 1,14 раза, у коней – 1,1 раза (табл. 3.20).

Аналізуючи результати морфометрії серця у свійських ссавців в цілому та їх камер (шлуночки, передсердя) зокрема, їх абсолютних та відносних характеристик, встановлено певні показники абсолютної та відносної маси шлуночків та передсердь, залежно від функціонального їх навантаження та, відповідно, видових особливостей дослідних тварин (табл. 3.21).

Так, згідно з результатами наших досліджень, найбільшу АМ у всіх дослідних тварин мають ліві шлуночки серця: у кроля  $4,6 \pm 0,37$  г, у собаки –  $27,29 \pm 3,21$  г, у свині –  $250,9 \pm 5,37$  г, у вівці –  $90,3 \pm 5,21$  г, у великої рогатої худоби –  $984,91 \pm 19,52$  г, у коня –  $1484,12 \pm 28,74$  г (табл. 3.21; рис. 3.67).

Достовірно меншу АМ мали праві шлуночки серця у всіх досліджуваних нами свійських ссавців, порівняно з АМ ЛШ: у кроля ( $p \leq 0,01$ ) у 1,84 раза, у собак ( $p \leq 0,05$ ) – 1,75 раза, у свиней ( $p \leq 0,001$ ) – 2,22 раза, у овець ( $p \leq 0,001$ ) – 1,98 раза, у ВРХ – ( $p \leq 0,05$ ) – 1,78 раза, у коней ( $p \leq 0,001$ ) – 1,92 раза (табл. 3.21).

Найменший показник абсолютної маси, серед камер серця у свійських досліджуваних ссавців, виявили у лівому та

правому передсердях. У лівому передсерді АМ мала наступні кількісні значення: у кролів  $1,5 \pm 0,14$  г, у собак –  $24,2 \pm 2,88$  г, у свиней –  $59,6 \pm 2,16$  г, у овець –  $27,9 \pm 3,31$  г, у ВРХ –  $255,02 \pm 8,04$  г, у коней –  $338,67 \pm 14,52$  г (табл. 3.21; рис. 3.67).

Таблиця 3.21

**Морфометрія серця, шлуночків та передсердь свійських ссавців,  $M \pm m$ ,  $n = 5$**

| Показники                             | Вид тварин          |                      |                        |                       |                        |                          |
|---------------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|
|                                       | Кролик              | Собака               | Свиня                  | Вівця                 | ВРХ                    | Кінь                     |
| Абсолютна маса серця (г)              | $10,3 \pm 0,86$     | $167,58 \pm 9,46$    | $487,4 \pm 8,12$       | $208,4 \pm 9,82$      | $2143,27 \pm 38,76$    | $2987,6 \pm 96,84$       |
| Відносна маса серця (%)               | $0,31 \pm 0,008$    | $0,72 \pm 0,005$     | $0,29 \pm 0,004$       | $0,44 \pm 0,007$      | $0,43 \pm 0,006$       | $0,59 \pm 0,012$         |
| Маса серця (без апікального жиру) (г) | $9,7 \pm 0,82$      | $154,1 \pm 8,04$     | $461,4 \pm 8,01$       | $175,0 \pm 8,17$      | $1936,26 \pm 41,12$    | $2807,32 \pm 92,79$      |
| АМ лівого передсердя (г)              | $1,5 \pm 0,14$      | $24,2 \pm 2,88$      | $59,6 \pm 2,16$        | $27,9 \pm 3,31$       | $255,02 \pm 8,04$      | $338,67 \pm 14,52$       |
| ВМ лівого передсердя (%)              | $15,46 \pm 0,88$    | $15,7 \pm 1,86$      | $12,91 \pm 0,09$       | $15,94 \pm 1,49$      | $13,17 \pm 0,21$       | $12,06 \pm 0,47$         |
| АМ правого передсердя (г)             | $1,1 \pm 0,11^*$    | $9,6 \pm 2,01^{***}$ | $38,1 \pm 1,92^{**}$   | $11,2 \pm 2,02^{***}$ | $142,16 \pm 6,72^{**}$ | $212,91 \pm 10,77^{**}$  |
| ВМ правого передсердя (%)             | $11,34 \pm 0,62$    | $6,23 \pm 0,94$      | $8,26 \pm 0,11$        | $6,4 \pm 0,82$        | $7,34 \pm 0,09$        | $7,58 \pm 0,11$          |
| АМ передсердь (праве + ліве) (г)      | $2,6 \pm 0,33$      | $33,8 \pm 0,48$      | $97,7 \pm 5,49$        | $39,1 \pm 4,64$       | $397,18 \pm 11,21$     | $551,57 \pm 42,34$       |
| ВМ передсердь (праве + ліве) (%)      | $26,8 \pm 1,42$     | $21,93 \pm 2,14$     | $21,17 \pm 2,01$       | $22,34 \pm 2,02$      | $20,51 \pm 0,42$       | $19,64 \pm 0,51$         |
| АМ лівого шлуночка (г)                | $4,6 \pm 0,37$      | $76,2 \pm 1,02$      | $250,9 \pm 5,37$       | $90,3 \pm 5,21$       | $984,91 \pm 19,52$     | $1484,12 \pm 28,74$      |
| ВМ лівого шлуночка (%)                | $47,42 \pm 2,76$    | $49,45 \pm 2,86$     | $54,38 \pm 3,18$       | $51,6 \pm 3,06$       | $50,87 \pm 1,32$       | $52,87 \pm 4,08$         |
| АМ правого шлуночка (г)               | $2,5 \pm 0,19^{**}$ | $43,6 \pm 0,62^*$    | $112,8 \pm 4,03^{***}$ | $45,6 \pm 3,04^{***}$ | $554,17 \pm 14,21^*$   | $771,63 \pm 19,27^{***}$ |
| ВМ правого шлуночка (%)               | $25,77 \pm 1,28$    | $29,29 \pm 1,79$     | $24,45 \pm 1,62$       | $26,06 \pm 1,32$      | $28,62 \pm 0,64$       | $27,49 \pm 0,82$         |

|                                                                  |                |                |                 |                |                    |                   |
|------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|--------------------|-------------------|
| АМ шлуночків<br>(лівий + правий)<br>(г)                          | 7,1±<br>0,52   | 120,3±<br>1,98 | 363,7±<br>11,14 | 135,9±<br>7,16 | 1539,08 ±<br>49,74 | 2255,75±<br>88,69 |
| ВМ шлуночків<br>(лівий + правий)<br>(%)                          | 73,19±<br>3,92 | 78,07±<br>4,68 | 78,83±<br>5,92  | 77,66±<br>4,36 | 79,49±<br>2,18     | 80,35±<br>4,29    |
| Коефіцієнт<br>відношення маси<br>шлуночків до маси<br>серця      | 1:0,73         | 1:0,78         | 1:0,79          | 1:0,78         | 1:0,79             | 1:0,8             |
| Коефіцієнт<br>відношення маси<br>передсердь до<br>маси серця     | 1:0,27         | 1:0,21         | 1:0,21          | 1:0,22         | 1:0,21             | 1:0,20            |
| Коефіцієнт<br>відношення маси<br>передсердь до<br>маси шлуночків | 1:0,37         | 1:0,28         | 1:0,27          | 1:0,29         | 1:0,26             | 0:0,24            |

Примітка: \*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$  по відношенню АМ ПШ до АМЛШ та АМПП до АМЛП.

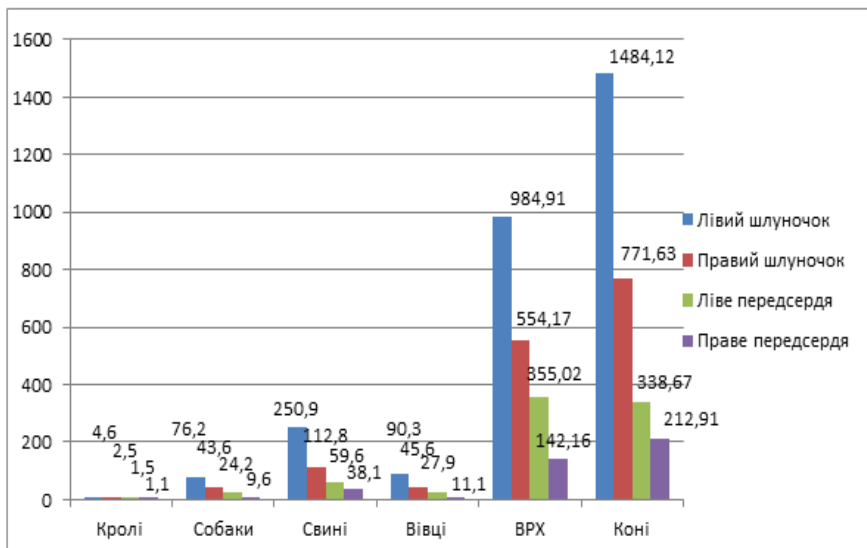


Рис. 3.67. Абсолютна маса шлуночків та передсердь свійських ссавців (г).

За розрахунку показників АМ правих шлуночків серця, виявили достовірне її зменшення порівняно з такими показниками у лівому передсерді: у кролів ( $p \leq 0,05$ ) у 1,36 раза, у собак ( $p \leq 0,001$ ) – 2,52 раза, у свиней ( $p \leq 0,01$ ) – 1,56 раза, у овець ( $p \leq 0,001$ ) – 2,49 раза, у ВРХ ( $p \leq 0,01$ ) – 1,79 раза, у коней ( $p \leq 0,01$ ) – 1,59 раза (табл. 3.21).

Відносна маса серця та його анатомічних частин (лівого та правого шлуночків, лівого та правого передсердь), (табл. 3.21; рис. 3.68), у конкретного виду тварин, мала пряму залежність від абсолютної маси серця в цілому та його складових (табл. 3.21; рис. 3.67), а, відповідно, від функціонального навантаження відповідних шлуночків та передсердь за виконання ними роботи.

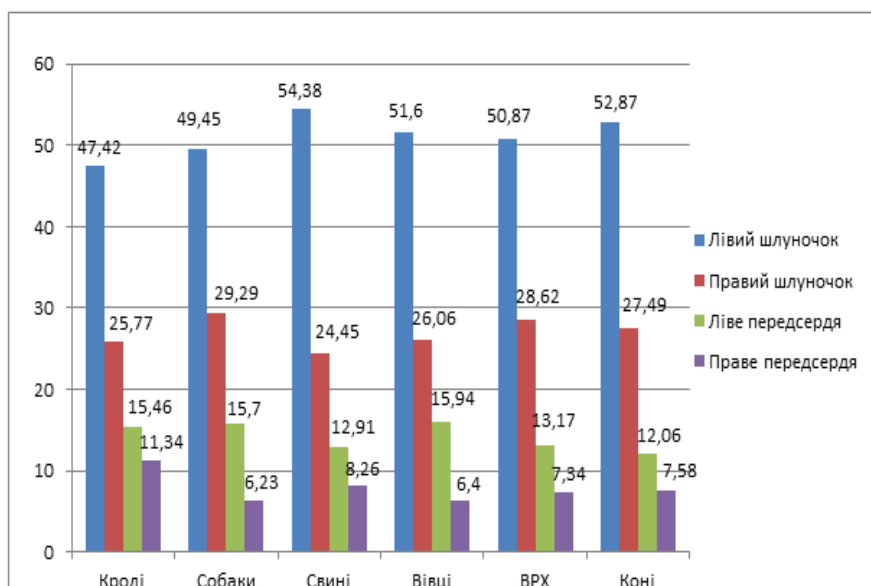


Рис. 3.68. Відносна маса шлуночків та передсердь свійських ссавців (%).

---

Так, найбільший відсоток у загальній масі серця дослідних тварин припадає на лівий шлуночок і, відповідно, становить: у кролів –  $47,42 \pm 2,76$  %, у собак –  $49,45 \pm 2,86$  %, у свиней –  $54,38 \pm 3,18$  такі дані у всіх видів тварин мають подібні значення. Це пов'язано з тим, щ%, у овець –  $51,6 \pm 3,06$  %, у ВРХ –  $50,87 \pm 1,32$  %, у коней –  $52,87 \pm 4,08$  %. Проте о у всіх дослідних ссавців, незалежно від їх становлення у філогенетичному ряді, скоротливі кардіоміоцити м'язів лівого шлуночка серця, під час роботи, здійснює посилене навантаження, перекачуючи під тиском кров по замкнутій системі судин великого кола кровообігу.

Меншу ВМ щодо АМ серця має правий шлуночок: у кроля –  $25,77 \pm 1,28$  %, у собаки –  $29,29 \pm 1,79$  %, у свині –  $24,45 \pm 1,62$ , у вівці –  $26,06 \pm 1,32$  %, у ВРХ –  $28,62 \pm 0,64$  %, у коня –  $27,49 \pm 0,82$  % (табл. 3.21; рис. 3.68).

Відносна маса правого та лівого пересердь щодо чистої абсолютної маси серця у всіх дослідних тварин є найменшою (рис. 3.68), що пов'язано з їх морфофункціональним навантаженням.

Відносна маса серця та його анатомічних складових у видовому аспекті мала пряму залежність щодо маси тіла досліджуваних тварин та АМ органа. Цей взаємозв'язок відображає еволюційно обумовлені механізми, які дозволяють різним видам свійських ссавців адаптуватися до специфічних функціональних потреб організму. Залежність відносної маси серця від маси тіла тварин також тісно пов'язана з функціональними особливостями організму, зокрема, рівнем фізичної активності, харчуванням, а також умовами навколишнього середовища, в якому тварини проживають. Якщо абсолютна маса серця, його анатомічних структур зростала, залежно від виду тварин (чим більша тварина у філогенетичному розвитку, тим більша АМ її

---

органів), (рис. 3.67), то відносна маса органа була прямопропорційною щодо маси тіла тварин і мала подібні значення (рис. 3.68). Проте найбільший відсоток, відносно чистої маси серця у всіх дослідних тварин припадало на лівий шлуночок, потім правий шлуночок, ліве та праве передсердя (рис. 3.68).

За таких цифрових абсолютних показників шлуночків та передсердь у свійських тварин, показник коефіцієнту відношення маси шлуночків до чистої маси серця (шлуночково-серцевий індекс (ШСІ)) має найбільші значення, які у всіх дослідних ссавців подібні між собою: у кроля – 1:0,73, у собаки – 1:0,78, у свині – 1:0,79, у вівці – 1:0,78, у великої рогатої худоби – 1:0,79, у коня – 1:0,79. Відповідно, коефіцієнт відношення маси передсердь до чистої маси (передсердно-серцевий індекс (ПСІ)) серця, у всіх дослідних тварин має менше значення і становить: у кроля – 1:0,27, у собаки – 1:0,21, у свині – 1:0,21, у вівці – 1:0,22, у великої рогатої худоби – 1:0,21, у коня – 1:0,20. Коефіцієнт відношення маси передсердь до маси шлуночків (передсердно-шлуночковий індекс (ПШІ)) серця у свійських ссавців характеризується наступними значеннями: у кроля – 1:0,37, у собаки – 1:0,28, у свині – 1:0,27, у вівці – 1:0,29, у великої рогатої худоби – 1:0,26, у коня – 1:0,24 (табл. 3.21).

Виявлені нами такі органометричні цифрові показники складових частин серця (товщина стінки, абсолютна та відносна маси камер, коефіцієнт відношення маси шлуночків до чистої маси серця, коефіцієнт відношення маси передсердь до чистої маси серця, коефіцієнт відношення маси передсердь до маси шлуночків) у свійських ссавців, беззаперечно свідчать про інтенсивний розвиток ЛШ серця, потім ПШ серця, лівого та правого передсердь внаслідок їх відповідного функціонального навантаження у роботі

---

серцево-судинної системи. Так, найбільш інтенсивний розвиток товщин стінки, абсолютної та відносної маси ЛШ, порівняно з правим, пояснюється зі значним розвитком м'язової оболонки ЛШ серця, де скоротливі кардіоміоцити м'язів під час роботи виконують посилене навантаження (кров під тиском, по замкнутій системі судин великого (соматичного) кола кровообігу, подається усьому організму). Зменшення товщини стінки правого шлуночка серця, його абсолютної та відносної маси у свійських ссавців, порівняно з лівим, пояснюється тим, що кардіоміоцити правого шлуночка серця прокачують кров у мале (легеневе) коло кровообігу, виконуючи при цьому менше функціональне навантаження. Зменшення таких показників у лівому та правому передсердях, відносно шлуночків серця ми пов'язуємо з меншим функціональним навантаженням кардіоміоцитів передсердь: передсердя отримують кров, що повертається до серця від тіла тварин, виконуючи менше навантаження, а шлуночки перекачують кров від серця до тіла, виконуючи при тім більше навантаження.

### **3.2.2. Цитометрія кардіоміоцитів серця свійських ссавців**

У результаті проведених нами цитометричних досліджень встановлено, що середній об'єм кардіоміоцитів, їх ядер, а, відповідно, ЯЦВ у свійських ссавців різні, і залежить від морфофункціонального стану роботи шлуночків та передсердь серця та від видових особливостей досліджуваних тварин (табл. 3.22). Це свідчить про те, що серце свійських ссавців адаптується до змін навантаження, що виникають в результаті фізіологічних процесів, зокрема, в умовах різного фізичного навантаження, стресу чи

---

патологічних змін. Окрім цього, відзначено, що параметри цитометричних характеристик кардіоміоцитів суттєво різняться у різних видів ссавців, що вказує на видові особливості серцевої тканини та специфіку їх адаптаційних механізмів.

Щодо цитометричних особливостей кардіоміоцитів серця, то найбільші їх параметри (довжина, ширина, об'єм кардіоміоцитів та їх ядер), у всіх дослідних тварин були найбільшими у ЛШ серця. Об'єм кардіоміоцитів у ЛШ кроля дорівнював  $2834,59 \pm 319,99$  мкм<sup>3</sup>, у собаки –  $2941,76 \pm 127,44$  мкм<sup>3</sup>, у свині –  $6130,98 \pm 922,18$  мкм<sup>3</sup>, у вівці –  $3982,99 \pm 423,96$  мкм<sup>3</sup>, у ВРХ –  $11225,73 \pm 824,42$  мкм<sup>3</sup>, у коня –  $12554,36 \pm 877,52$  мкм<sup>3</sup> (табл. 3.22; рис. 3.69).

Стосовно видових особливостей щодо об'єму кардіоміоцитів у лівому шлуночку дослідних тварин виявлені нами результати підпорядковувалися загальновизнаному факту, що розміри клітин залежать від рівня розвитку ссавців (чим вище в систематичному відношенні вид, тим більший об'єм тіла клітини), а також від розмірів (маси) тіла тварини. Так, проведеними нами цитометричними дослідженнями у даному напрямку найбільший об'єм кардіоміоцитів у ЛШ мали скоротливі серцеві клітини коня ( $12554,36 \pm 877,52$  мкм) і, відповідно, найменший об'єм, був характерний для кардіоміоцитів кроля –  $2834,59 \pm 319,99$  мкм<sup>3</sup> (табл. 3.22; рис. 3.69).

Величина об'єму ядер кардіоміоцитів серця лівого шлуночка дослідних тварин мала пряме відношення стосовно об'єму саркоплазми кардіоміоцитів: найменший об'єм ядер кардіоміоцитів був характерний для кроля –  $42,01 \pm 3,12$  мкм<sup>3</sup> і найбільший для коня –  $132,98 \pm 9,12$  мкм<sup>3</sup> (табл. 3.22; рис. 3.70).

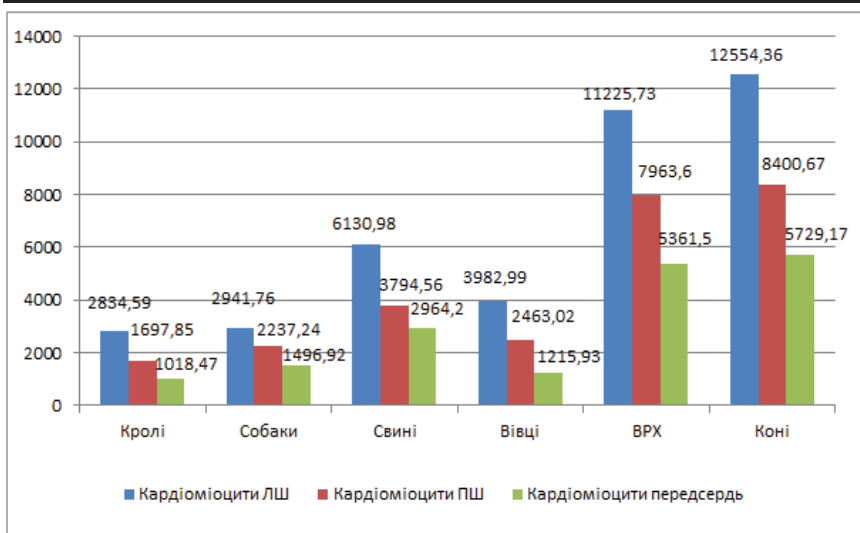


Рис. 3.69. Об'єм скоротливих (типових) кардіоміоцитів серця свійських ссавців.

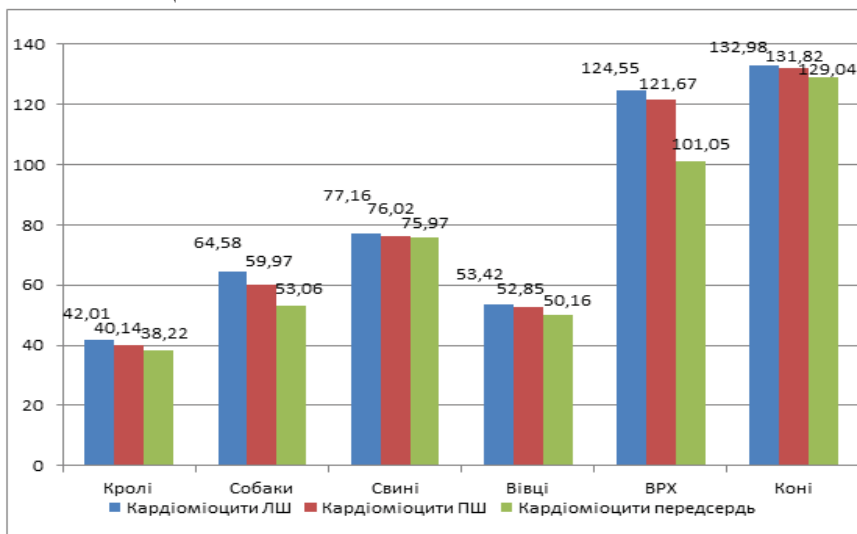


Рис. 3.70. Об'єм ядер скоротливих (типових) кардіоміоцитів шлуночків та передсердь серця свійських ссавців.

Таблиця. 3.22.

**Цитометрія кардіоміоцитів міокарду свійських ссавців,  
M ± m, n = 5**

| Вид тварин | Показники                | Довжина кардіоміоцитів, (мкм) | Ширина кардіоміоцитів, (мкм) | Об'єм кардіоміоцитів, (мкм <sup>3</sup> ) | Об'єм ядер кардіоміоцитів, (мкм <sup>3</sup> ) | Ядерно-цитоплазматичне відношення |
|------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Кролик     | Лівий шлуночок           | 56,14±1,81                    | 8,02±0,112                   | 2834,59±319,99                            | 42,01±3,12                                     | 0,0161±0,0054                     |
|            | Правий шлуночок          | 43,64±1,38*                   | 7,04±0,42*                   | 1697,85±239,06*                           | 40,14±3,93                                     | 0,0242±0,0048*                    |
|            | Праве та ліве передсердя | 37,02±1,26*                   | 5,92±0,29*                   | 1018,47±119,66**                          | 38,22±3,98                                     | 0,0389±0,0062                     |
| Собака     | Лівий шлуночок           | 46,06±1,12                    | 9,02±0,39                    | 2941,76±127,44                            | 64,58 ± 5,09                                   | 0,0224±0,0076                     |
|            | Правий шлуночок          | 41,47±1,24                    | 8,29±0,42                    | 2237,24±103,02*                           | 59,97±5,83                                     | 0,0275±0,0081*                    |
|            | Праве та ліве передсердя | 39,06±1,35*                   | 7,19±0,49*                   | 1496,92±98,02**                           | 53,06 ± 6,02*                                  | 0,0367±0,0105**                   |
| Свиня      | Лівий шлуночок           | 64,08±2,02                    | 11,04±0,132                  | 6130,98±922,18                            | 77,16±2,01                                     | 0,0127±0,0056                     |
|            | Правий шлуночок          | 59,15±2,12                    | 9,04±0,143                   | 3794,56±489,87*                           | 76,02±2,43                                     | 0,0204±0,0068*                    |
|            | Праве та ліве передсердя | 55,49±1,98*                   | 8,25±0,182*                  | 2964,20±412,02**                          | 75,97±3,24                                     | 0,0263±0,0097**                   |
| Вівця      | Лівий шлуночок           | 62,92±1,84                    | 8,98 ± 0,64                  | 3982,99±423,96                            | 53,42 ± 5,18                                   | 0,0136±0,0062                     |
|            | Правий шлуночок          | 49,52±1,62*                   | 7,96 ± 0,56*                 | 2463,02±318,04*                           | 52,85 ± 4,33                                   | 0,0219±0,0079**                   |
|            | Праве та ліве передсердя | 42,04±1,27**                  | 6, 07±0,38*                  | 1215,93±176,94**                          | 50,16 ± 4,57                                   | 0,0430±0,0096***                  |
| ВРХ        | Лівий шлуночок           | 72,02±1,08                    | 14,06±0,41                   | 11225,73±824,42                           | 124,55±7,99                                    | 0,0113±0,0068                     |
|            | Правий шлуночок          | 62,07±1,23                    | 12,79±0,38                   | 7963,60±627,09*                           | 121,67±7,02                                    | 0,0156±0,0054*                    |
|            | Праве та ліве передсердя | 56,08±1,37*                   | 10,02±0,46*                  | 5361,50±583,91**                          | 101,05±6,04*                                   | 0,0234±0,0058**                   |
| Кінь       | Лівий шлуночок           | 77,99±1,62                    | 14,32 ± 0,72                 | 12554,36±877,52                           | 132,98 ± 9,12                                  | 0,0107±0,0074                     |
|            | Правий шлуночок          | 64,04±1,39*                   | 12,92±0,74                   | 8400,67±681,04*                           | 131,82±7,92                                    | 0,0159±0,0098*                    |
|            | Праве та ліве передсердя | 60,98±1,40*                   | 10,94±0,73*                  | 5729,17±513,37**                          | 129,04±7,76                                    | 0,0230±0,0066**                   |

Примітка: \* p≤0,05; \*\* p≤0,01; \*\*\* p≤0,001 по відношенню до лівого шлуночка.

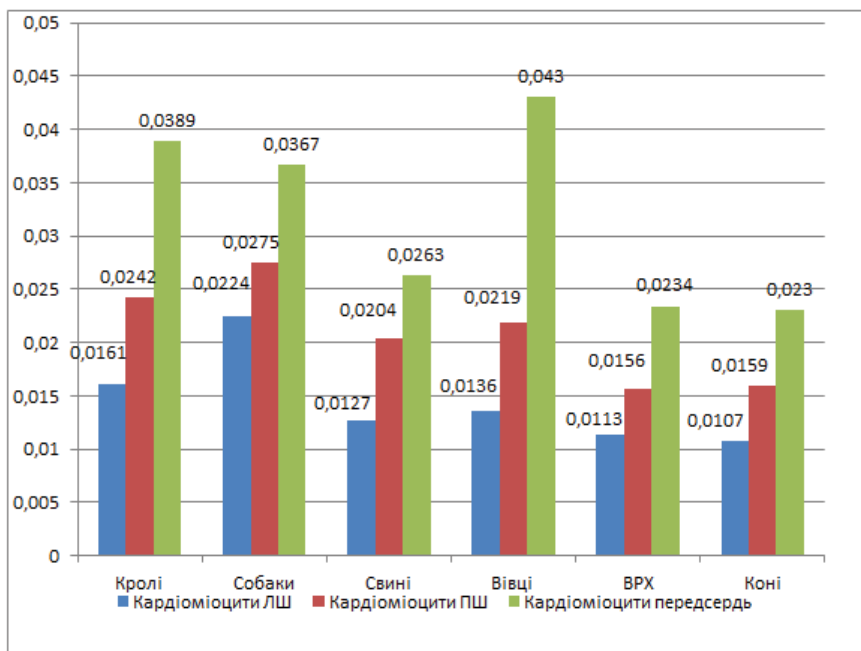


Рис. 3.71. Ядерно-цитоплазматичне відношення скоротливих (типових) кардіоміоцитів серця свійських ссавців.

За таких величин об'єму кардіоміоцитів та їх ядер у ЛШ серця досліджуваних нами ссавців, ЯЦВ скоротливих серцевих клітин було різне. За результатами наших досліджень найвищий показник ЯЦВ мали кардіоміоцити ЛШ серця собаки ( $0,0224 \pm 0,0076$ ), менше у 1,4 раза – у кроля ( $0,0161 \pm 0,0054$ ). Найбільш низький даний показник виявляється у великих тварин – великої рогатої худоби ( $0,0113 \pm 0,0068$ ) та коня ( $0,0107 \pm 0,0074$ ), що є свідченням вищого рівня морфофункціональної зрілості кардіоміоцитів у представників даних видів свійських тварин класу Ссавці (табл. 3.22; рис. 3.71).

---

Об'єм кардіоміоцитів у правому шлуночку в усіх досліджуваних свійських ссавців достовірно менший, порівняно з такими показниками у лівому шлуночку: у кроля ( $p \leq 0,05$ ) у 1,76 раз, собаки ( $p \leq 0,05$ ) у 1,32 раз, свині та вівці ( $p \leq 0,05$ ) у 1,62 раз, ВРХ ( $p \leq 0,05$ ; ) у 1,41 раз, коня ( $p \leq 0,05$ ) у 1,49 раз. За видових особливостей, найменший об'єм мали кардіоміоцити кроля, найбільший – кардіоміоцити коня (табл. 3.22; рис. 3.69).

За результатами каріометричних досліджень, об'єм ядер кардіоміоцитів серця правого шлуночка в усіх дослідних тварин майже не відрізнявся від такого у лівому шлуночку, лише спостерігалася незначна тенденція до його зменшення (табл. 3.22; рис. 3.70). Саме тому ядерно-цитоплазматичне відношення кардіоміоцитів правих шлуночків серця в усіх досліджуваних тварин, порівняно з такими показниками у лівих шлуночках, були достовірно ( $p \leq 0,05$ ) більшими і становили: у кроля –  $0,0242 \pm 0,0048$ , у собаки –  $0,0275 \pm 0,0081$ , у свині –  $0,0204 \pm 0,0068$ , у вівці –  $0,0219 \pm 0,0079$ , у ВРХ –  $0,0156 \pm 0,0054$ , у коня –  $0,0159 \pm 0,0098$  (табл. 3.22; рис. 3.71).

Найменші об'єми кардіоміоцитів були характерними для передсердь, які у всіх досліджуваних нами тварин були достовірно меншими, порівняно з об'ємами шлуночків. Середнє значення об'єму кардіоміоцитів правого та лівого передсердя у свійських ссавців були наступними: у кролів –  $0,0389 \pm 0,0062$  мкм<sup>3</sup>, у собаки –  $0,0367 \pm 0,0105$  мкм<sup>3</sup>, у свині –  $2964,20 \pm 412,02$  мкм<sup>3</sup>, у вівці –  $1215,93 \pm 176,94$  мкм<sup>3</sup>, у ВРХ –  $5361,50 \pm 583,91$  мкм<sup>3</sup>, у коня –  $1215,93 \pm 176,94$  мкм<sup>3</sup>. Відносно видових особливостей, найбільший об'єм кардіоміоцитів був характерним для передсердь коня, найменший – для передсердь кроля (табл. 3.22; рис. 3.69).

Середнє значення об'єму ядер кардіоміоцитів правого та лівого передсердя у дослідних тварин, порівняно з такими

---

показниками лівого та правого шлуночків, у дослідних тварин, мали близькі значення. Водночас спостерігалася тенденція до їх зменшення (табл. 3.22; рис. 3.70).

За таких неоднозначних кількісних показників щодо об'єму кардіоміоцитів та їх ядер у передсердях серця свійських ссавців, у їх кардіоміоцитах було виявлено найбільший коефіцієнт ЯЦВ, порівняно з правим і, особливо, з лівим шлуночками серця, показники яких були наступними: найбільше у вівці ( $0,0430 \pm 0,0096$ ), проміжне значення – у кроля ( $0,0389 \pm 0,0062$ ) та собаки ( $0,0367 \pm 0,0105$ ), найменші показники (близькі між собою) виявили у свині ( $0,0263 \pm 0,009$ ), ВРХ ( $0,0234 \pm 0,0058$ ) та у коня ( $0,0230 \pm 0,0066$ ) (табл. 3.22; рис. 3.71). Такі неоднозначні результати ЯЦВ характеризують рівень морфофункціональної активності кардіоміоцитів передсердь за виконання ними спонтанних ритмічних скорочень.

Таким чином зростання цитометричних параметрів кардіоміоцитів (довжина, ширина, об'єм) та зменшення їх ЯЦВ у міокарді лівого шлуночка у всіх досліджуваних нами тварин класу Ссавці, порівняно з правим шлуночком, пов'язані з функціональними особливостями м'язової тканини міокарду, здатної до спонтанних ритмічних скорочень, сприяючи руху крові по судинах: серцеві скоротливі міоцити ЛШ здійснюють значно більше навантаження, сприяючи руху крові по судинах великого кола кровообігу, відповідно кардіоміоцити правого шлуночка – менше навантаження, сприяючи руху крові по судинах малого кола кровообігу.

При тім достовірне (табл. 3.22) зменшення цитометричних параметрів кардіоміоцитів (довжина, ширина, об'єм) та зростання їх ЯЦВ у міокарді правого та лівого передсердя, порівняно зі шлуночками, у всіх досліджуваних

---

нами тварин пов'язані з функціональними особливостями роботи м'язової тканини передсердь: ліве передсердя замикає мале коло кровообігу, яке починається з правого шлуночка, відповідно праве передсердя замикає велике коло кровообігу, яке починається з лівого шлуночка, виконуючи при цьому значно менше навантаження, тому їх кардіоміоцити мають менші об'єми, і відповідно високий індекс ЯЦВ.

---

## РОЗДІЛ IV

### АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Основним напрямком сьогодення є ефективний розвиток галузі тваринництва і, як наслідок, суттєве збільшення обсягів виробництва усіх видів тваринницької продукції. У зв'язку з цим є необхідність глибокого дослідження морфології усіх систем організму у клінічно здорових тварин [113, 182–184]. Це дасть можливість детально з'ясувати будову тваринного організму на різних етапах його структурної організації та розвитку, розкрити будову морфофункціональних одиниць органів на органному, тканинному та клітинному рівнях, де відбуваються біохімічні реакції внутрішньоклітинного обміну, продукти якого безпосередньо впливають на життєдіяльність не тільки окремих клітин, а й усього організму тварин.

Тому визначення морфофізіологічної норми стану організму тварин є та завжди залишається найважливішим питанням морфологічного напрямку у біологічних, ветеринарних, медичних дослідженнях тощо [56, 90, 98, 107, 271]. У зв'язку з цим, морфологічні дослідження сільськогосподарських свійських ссавців, проводяться у широкому масштабі, так як вони є необхідними як показники норми для діагностики захворювань різного генезу, для оцінки впливу умов утримання, годівлі тварин, підвищення продуктивності тощо. Із досліджуваних нами тварин для оцінки їх морфофункціонального стану у порівняльному видовому аспекті ми використовували кролів, собак, овець, свиней, велику рогату худобу та коней.

Важливе значення при цьому має комплексне дослідження морфології серцево-судинної системи, яка є

---

однією з найважливіших систем живого організму, до складу якої входить серце, кровоносні і лімфатичні судини, що системно пов'язані між собою [181, 194, 300, 315, 321, 322, 381, 486].

Центральним органом серцево-судинної системи є серце, завдяки якому унаслідок постійного скорочення кардіоміоцитів м'язової оболонки серця, здійснюється течія крові по замкнутій системі кровоносних судин. Завдяки роботі серцево-судинної системи в організмі людини і тварини забезпечуються надзвичайно життєво важливі функції: обмін речовин, дихальна, трофічна, екскреторні функції тощо [4, 75, 113, 151, 291, 378, 397, 426]. Разом із нервовою системою, серцево-судинна система поєднують між собою всі органи та системи організму у єдине ціле [263]. Органи серцево-судинної системи сприяють регуляції кров'яного тиску, здійснюють кровопостачання органів та відтік лімфи органів і транспорт її у вени, мають певне значення у підтриманні гомеостазу, забезпечують реалізацію та регуляцію функцій органів нервової, ендокринної систем організму, органів імунного захисту тощо [11, 115, 350].

У серцево-судинній системі, як і у всій органічній природі в цілому, наочно проявляється морфофункціональна закономірність безперервної єдності та взаємозумовленості анатомічної структури та функції [248, 319, 325, 372, 389]. Це не випадково, тому, що існує чітко виражений зв'язок між морфологічною структурою органів серцево-судинної системи та іншими системами організму. Так, завдяки серцево-судинній системі та органам дихання, за рахунок великого (соматичного) та малого (легеневого) кіл кровообігу, відбувається надходження в організм людини та тварини Оксигену із повітря у венозну кров, а вуглекислого газу – у зворотньому напрямку [128, 403]. До того ж, з

---

органами серцево-судинної системи в цілому, та серця зокрема, особливо в епоху розвитку та запровадження у сільському господарстві прогресивних, інноваційних технологій щодо вирощування, годівлі та утримання свійських тварин, пов'язане виникнення та розповсюдження різних захворювань інфекційної, інвазійної та незаразної патології.

Тому дослідження особливостей будови внутрішніх структур серця, вважається актуальною та суттєвою ланкою для розвитку вітчизняної морфології. Це пояснює те, що ветеринарна кардіологія, яка вивчає захворювання серця і судини тварин, а також серцево-судинна хірургія, є зараз одними з пріоритетних напрямків, що активно розвиваються у ветеринарній медицині. До того ж, знання морфоархітектоніки та функціонального стану у нормі та за патології серцево-судинної системи, в цілому, є фундаментальними для розуміння не тільки того, як організоване тіло, але й того, як працює організм і як на нього впливають різні патологічні процеси. При цьому, пріоритетним напрямком сьогодення, для своєчасної та достовірної діагностики захворювань різного генезу мають морфометричні дослідження органів та систем у клінічно-здорових тварин, які є діагностичними критеріями як показники норми для діагностики захворювань заразної та незаразної патології [1, 24, 26, 29, 48, 119, 171, 177].

Саме тому знання особливостей макро- та мікроскопічної будови органів серцево-судинної системи, в тому числі і серця, їх органно- та цитотометричних характеристик, дадуть можливість розробити та запровадити у ветеринарній медицині критерії оцінки морфофункціональної будови серця як показники норми для діагностики захворювань різноманітного генезу. Такі

---

дослідження також є важливими та актуальними у вивченні та з'ясуванні патогенезу захворювань, пов'язаних з органами серцево-судинної системи та впливу на організм тварин різноманітних несприятливих чинників довкілля [38, 39].

Тому, виходячи із завдань, стосовно мети наших досліджень, морфологічні дослідження нашої роботи включали наступні етапи: препарування серця, описання його форми, будови та топографії; визначення абсолютної та відносної маси серця та його складових; оцінки мікроскопічної будови серця на тканинному та клітинному рівнях – визначення об'єму кардіоміоцитів, їх ядер та ядерно-цитоплазматичного відношення.

За останні десятиліття видано багато фундаментальних праць, в яких узагальнюються сучасні концепції та досягнення морфофункціональних закономірностей щодо будови та розвитку серця у свійських тварин класу ссавці та птахи, структурних компонентів його стінки тощо [10, 43, 49, 52, 206, 217, 329, 346, 366, 370, 371], що є важливим для клінічної кардіології для встановлення діагнозів у домашніх тварин певних видів, в тому числі людини.

Дослідження щодо будови серця та його складових у хребетних тварин класу Ссавці висвітлено у наукових працях В.Л. Абдул-Огли (2003), М.С. Гнатюка (2015–2017), О.Б. Слабого (2016–2017), В.З. Сікори (2006; 2013), Ю.В. Сілкіної (2004–2011) тощо. За результатами їх досліджень з'ясовано нові, раніше невідомі факти механізмів морфогенезу тощо. Водночас, у наданих літературних джерелах вказані в основному результати щодо будови серця та його структур переважно у лабораторних та дрібних домашніх тварин, менше – у свійських тварин.

Саме тому проведені нами дослідження щодо морфотопографії, макроскопічної та мікроскопічної будови

---

серця у порівняльно-анатомічному, видовому, породному та віковому аспектах у свійських ссавців є актуальним завданням біології та ветеринарної медицини.

Серце у досліджуваних свійських тварин розташоване у грудній порожнині та дещо зміщене ліворуч. Водночас, його макроскопічна будова, форма, морфотопографія у цих тварин подібні між собою, але мають певні особливості.

Так у кроля серце знаходиться у грудній порожнині – у середостінному просторі та зміщене ліворуч. Середостінний простір обмежений плеуральними листками середньої ділянки середостіння. Серце розвинуте слабко, за формою більш овальне, витягнуто-звуженої форми, дещо сплюснене, з тупою верхівкою. У собаки серце займає простір від 3-го до 7-го ребра та зміщене дещо вліво. Його основа знаходиться на рівні середини першого ребра, а верхівка у ділянці 6–7-ого ребер. Серце собаки має розширену основу, яка направлена дорсокраніально, та звужену верхівку, яка направлена вентрокаудально. У свині серце відносно великого розміру та має еліпсо-конусоподібну форму, за рахунок розширеної основи та загостреної (звуженої) верхівки. Розширена основа серця міститься на рівні плечового суглоба (на рівні середини першого ребра) та спрямована дорсокраніально і праворуч. Загострена верхівка серця знаходиться у ділянці 5–6-ого міжреберного проміжку, біля груднини у ділянці з'єднання 7-ого ребра з його хрящем. Вона спрямована вентрокаудально та ліворуч, не досягаючи діафрагми і груднини. Краніальний край серця міститься на рівні третього, а каудальний – шостого ребер. Серце овець конусоподібної форми, має розширену основу та звужену верхівку. Топографічно серце розташоване у середостінній грудній порожнині між правою та лівою легеньми, у ділянці від третього до шостого ребра краніально діафрагми

---

(краніально доходить до третього, каудально – до шостого ребра). Відповідно серединної сагітальної площини, серце овець зміщене ліворуч на 5/7, прилягаючи між третім та четвертим ребрами до лівої грудної стінки. Основа серця має краніодорсальний напрямок, вона знаходиться на висоті середини першого-другого ребра. Верхівка серця має каудовентральний напрямок та знаходиться напроти п'ятого реберного хряща, або ж каудально від нього, не досягаючи грудної кістки на два см, а краніально від діафрагми – від двох до п'яти сантиметрів. Серце великої рогатої худоби має конусоподібну форму. Топографічно орган у ділянці 3–4-го ребра прилягає до лівої грудної стінки. Верхівка серця знаходиться у ділянці 5-ого реберного хряща. Його основа має дорсальний, а верхівка – вентральний напрямки. Серце коня розташоване у грудній порожнині між правою та лівою легеньми. Значна частина серця міститься зліва від серединної (сагітальної) площини, під легеньми, у ділянці 3–4-ого міжребір'я. Краніально серце обмежене третім ребром, а каудально – реберним хрящем п'ятого ребра. Широка основа серця знаходиться на рівні плечового суглоба у краніодорсальному напрямку. Верхівка серця має каудовентральний напрямок та знаходиться близько до груднини. [22, 41, 42, 111, 112, 130, 144–147, 219, 406, 407, 430, 433].

Подібна морфотопографія серця у свійських ссавців описана також іншими науковцями, які вважають, що конусоподібна або ж овальна форма серця пов'язані із особливостями будови грудної клітки у свійських ссавців, яка надає органу в цілому таку форму. Грудна клітка, де розміщується серце, має характерну для певного виду тварин форму піраміди зі зрізаною вершиною, широка основа (вихід) якої спрямована каудально, а вузька верхівка (вихід)

---

розміщена краніально. Саме тому, форма серця у природному стані разом із легенями та іншими органами грудної порожнини (аорта, стравохід, тимус тощо) в цілому відтворюють форму грудної порожнини [306, 320, 452, 488, 498].

Описовий та оглядовий характер морфологічних досліджень не у всіх випадках є достатнім для поглибленого аналізу загальних морфофункціональних процесів щодо вікових, видових та патоморфологічних змін в організмі тварин, оскільки необхідна об'єктивна оцінка їх взаємозв'язків. Тому традиційні методи досліджень морфологічних змін на органному, тканинному та клітинному рівнях, наразі є базовими, але мають бути доповнені системними кількісними (морфометричними) дослідженнями [44, 442, 337].

Важливим морфологічним критерієм розвитку та морфофункціонального стану органів і тканин у тварин є органометричні дослідження. Саме такі дослідження дають можливість з'ясувати та встановити кількісні характеристики організму тварин на органному, тканинному рівнях у процесі онто- та філогенетичного розвитку тварин та за дії на організм тварин різних чинників довкілля тощо [44, 47, 48].

Важливим критерієм розвитку органів, що безпосередньо вказує на його морфофункціональну зрілість, є абсолютна та відносна маса, його лінійні параметри тощо [90]. Показники морфометричних параметрів не тільки свідчать на розвиток та морфофункціональну зрілість органа, але й мають пізнавальне значення і є основою для визначення форми, встановлення індексу розвитку та порівняльно-анатомічних типів тих чи інших органів [367], що має важливе значення у клінічній, профілактичній медицині тощо. Результати органометрії мають і пізнавальне значення

---

та є основою для визначення форми, встановлення індексу розвитку та порівняльно-анатомічних типів тих чи інших органів [34, 218, 270, 224].

Результати численних досліджень вказують на те, що показники АМ та ВМ серця напряму залежить від віку тварини, виду, породи, а також від функціонального навантаження. Так, у свиней такі показники відповідно дорівнюють 307,2–334,3 г та 0,28–0,3%, у коней – 2150–4300 г та 0,58–0,60%, у великої рогатої худоби – 1300–2400 г та 0,35–0,4%. Маса серця новонародженої тварини становить 0,76% маси тіла [52, 113, 115, 151].

На масу серця впливає також розмір тварин, що характерно особливо для собак: абсолютна – 48,0 г у малих, до 301,0 г у великих порід, при тім відносна маса майже не змінюється і дорівнює 0,64–0,78 % незалежно від розміру тварин [115].

Маса серця більша у самців, ніж у самок (у бугая – 0,50%, у корови – 0,42%). При посиленому фізичному навантаженні маса серця зростає [151].

Проведений нами аналіз органометричних досліджень у цьому напрямку, підтверджують точку зору вищезгаданих науковців та підтверджують дані, що абсолютна маса серця у свійських ссавців корелює із видовими особливостями тварин, стосовно їх розміру та живої маси: для тварин з великою живою масою характерна найбільша АМ їх органа. Це не випадково, так як розвиток організму тварин в цілому, його органів та систем зокрема, підпорядковуються загальновідомим та визнаним фактам розвитку, залежно від філогенетичного рівня розвитку тварин: чим вищий у систематичному відношенні вид тварин, їх розміри, жива маса тіла, тим більші органометричні показники органа. Тому, проведені нами органометричні кількісні дослідження

у даному напрямку дали можливість підтвердити точку зору з позиції відносної залежності між абсолютною та відотною масою серця, стосовно видових особливостей свійських ссавців [112, 130, 145, 146, 403, 406, 407, 430].

Так, згідно з морфометричними дослідженнями, найбільшу масу тіла із досліджуваних тварин мали ВРХ та коні і, саме у них АМ серця була найбільшою, відповідно,  $2143,27 \pm 38,76$  г у великої рогатої худоби та  $2987,6 \pm 96,84$  г у коней. Значно меншу АМ серця мали свині ( $487,4 \pm 8,12$  г), потім вівці ( $208,4 \pm 9,82$  г), собаки ( $167,58 \pm 9,46$  г), найменша абсолютна маса серця була у кролів ( $10,3 \pm 0,86$  г), у яких маса тіла була також найменшою (рис. 4.72).

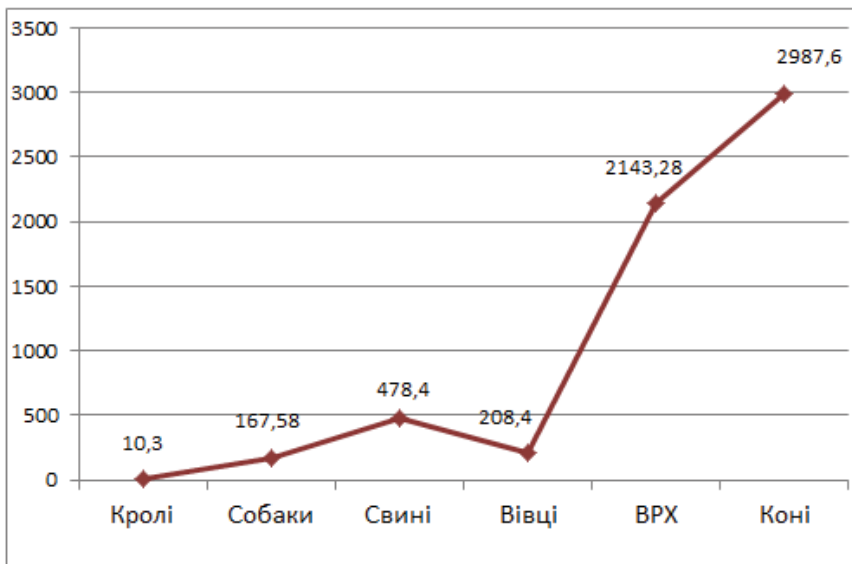


Рис. 4.72. Видові особливості абсолютної маси серця свійських ссавців (г).

Відносна маса серця у дослідних нами тварин пропорційно залежить від маси тіла тварин та АМ органа.

---

Вона є важливим морфометричним показником, який свідчить про ступінь та морфофункціональну будову органа, вказує на порушення морфологічної будови органа, зокрема, та організму тварин в цілому за хвороби тварин заразної та незаразної етіології, є важливим показником, який змінюється залежно від екологічних умов, впливу на організм різних чинників довкілля тощо. Тому показники ВМ органа тварин є маркером та критерієм визначення морфофункціонального стану тварин у нормі та за хвороб різної етіології тощо.

Відносна маса серця у свійських ссавців, за результатами наших досліджень, різна [112, 130, 145, 146, 403, 406, 407, 430].

За нашими даними найбільша ВМ серця у собак –  $0,72 \pm 0,005$  %. Таку особливість ми пояснюємо з взаємопов'язаним функціонуванням серця та легень у собак як єдиної системи великого та малого кола кровообігу, що забезпечує газообмін в організмі, регуляторна діяльність яких відбувається за участі нервової системи, яка координує та регулює їх роботу, об'єднуючи організм в єдине ціле. Органи дихання та серцево-судинна система, взаємопов'язані між собою та виконують в організмі надзвичайно важливі функції для життєдіяльності організму, основною яких є забезпечення газообміну шляхом вдихання повітря із довкілля та виділення у зовнішнє середовище вже утвореного в організмі вуглекислого газу. Газообмін безпосередньо здійснюється в легенях, між повітрям і кров'ю дифузією кисню та вуглекислого газу через стінки легеневих альвеол у кровоносні капіляри. Тому, на наш погляд, найбільший коефіцієнт ВМ серця у собак, порівняно з іншими видами свійських ссавців, пов'язаний з особливістю фізіології органів дихання: у даного виду тварин дихання часте і

---

енергійне, залишкове повітря використовується досить швидко. У середньому за 1 хв залежно від віку і розміру тварин, у стані спокою собака здійснює 14–30 дихальних рухів, а під час руху і за інших обставин інтенсивність дихання може зростати в 2–2,5 рази [6].

На другому місці за показником ВМ серця ( $0,59 \pm 0,012\%$ ) були коні. Таку особливість зростання ВМ серця у коней, порівняно з такою у кролів, свиней, овець, великої рогатої худоби, ми пов'язуємо з адаптаційними особливостями організму до умов існування. Відомо, що найбільш розвинуті легені і серце у тих тварин, яким властиві значні фізичні та фізіологічні навантаження на відповідні органи і системи [40].

У більшості інших досліджуваних нами свійських тварин ВМ серця була подібною: у кроля –  $0,31 \pm 0,008\%$ , у свині –  $0,29 \pm 0,004\%$ . Дещо більші показники (подібні між собою) виявили у жуйних: у вівці –  $0,44 \pm 0,007\%$  та у ВРХ –  $0,43 \pm 0,006\%$  (рис. 4.73).

Таким чином, показники відносної маси серця (рис. 4.73) у свійських дослідних нами ссавців – кролів, собак, свиней, овець, великої рогатої худоби та коней – змінюється асинхронно і напряду залежать від маси їх тіла та абсолютної маси (рис. 4.72) серця (відсотку маси органа, який припадає на масу тіла тварин), яка змінюється (зростає) прямопропорційно масі тіла тварин залежно від характерної будови серця для даного виду тварин.

Критеріями функціонального стану органів, їх систем є лінійні розміри (довжина, ширина, товщина, окружність), за показниками яких можна визначити форму органів, їх індекс розвитку тощо. Форма серця є індивідуальною та залежить від віку, статі, будови тіла, стану здоров'я та інших чинників. Міра видовженості (фактор) форми серця – це відношення

його найбільших поздовжнього (висота) і поперечного (ширина в основі) лінійних розмірів [196, 367].

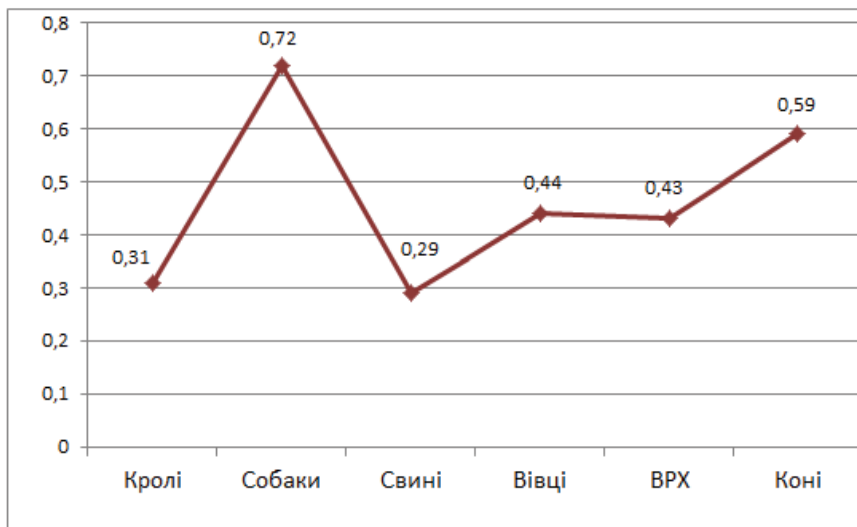


Рис. 4.73. Видові особливості відносної маси серця свійських ссавців (%).

За результатами наших досліджень щодо аналізу лінійних промірів (висота, ширина, товщина, окружність, індекс розвитку (форми) серця) серця у свійських ссавців, їх значення різні і мають пряму залежність стосовно будови та форми грудної клітки, морфотопограції серця, абсолютної маси серця у дослідних тварин [112, 130, 145, 146, 403, 406, 407, 430].

Так, найбільші показники — загальна висота, ширина, товщина та окружність серця, характерні для коней, які відповідно становлять  $30,26 \pm 0,38$  см,  $20,52 \pm 0,29$  см,  $12,8 \pm 0,21$  та  $54,16 \pm 1,94$  см. Індекс розвитку серця у коней дорівнює  $147,52 \pm 7,36$  %.

---

Найменші параметри таких показників характерні для кроля, начно більші – у собак, потім овець, свиней, великої рогатої худоби (див. табл. 3.20).

За таких лінійних параметрів (відношення загальної висоти серця до його ширини) значення показників індексу розвитку серця наступні: у кроля –  $145,8 \pm 4,16\%$ , у собаки –  $145,9 \pm 6,56\%$ , у свині –  $155,06 \pm 6,32\%$ , у вівці –  $145,5 \pm 4,02\%$ , у великої рогатої худоби –  $166,04 \pm 5,14\%$ , у коня –  $147,52 \pm 7,36$  (рис. 4.74).

Відповідно до видових, породних особливостей, віку у свійських тварин класу ссавців виділяють різні форми морфологічної будови серця: звужено-подовжену (велика рогата худоба), звужено-вкорочену (кролі), розширено-вкорочену (коні), кругло-овальну (собаки). У собаки форма серця (залежно від їх породних властивостей), може бути еліпсоподібна у 43% випадків), конусоеліпсоподібна у 24 %, еліпсоподібно-куляста у 26 % і куляста у 7% випадків. У великої рогатої худоби форма серця конусоподібна, подовжено-звужена та розширено-вкорочена. Аналізуючи літературні джерела, можна зазначити, що для свиней характерні три основні типи серця: видовжено-звужений (конусоподібний); вкорочений (відносно звужений); розширено-вкорочений (трикутний) [52, 151, 403].

Згідно з проведеним аналізом щодо показників індексу розвитку серця у свійських тварин та враховуючи макроскопічну будову, ми розробили морфологічну шкалу (маркерні ознаки), за якою класифікували серце за індексом його розвитку на 3 типи: перший – розширено-вкорочений тип (ІРЛ = 140–150%), другий – розширено-видовжений (ІРЛ = 151–160%), третій – видовжено-звужений (ІРЛ = 161–170%). За показниками ІРС (рис. 4.74), серце кроля, собаки, вівці та коня визначається як розширено-вкороченого типу, у

свині – розширено-видовженого типу, у великої рогатої худоби – видовжено-звуженого типу. За таких результатів серця у 66,7 % тварин (кролі, собаки, вівці, коні) відносяться до першого типу (розширено-вкороченого), у 16,7% тварин (свині) до другого типу (розширено-видовженого), у 16,7% тварин (ВРХ) до третього типу (видовжено-звуженого).

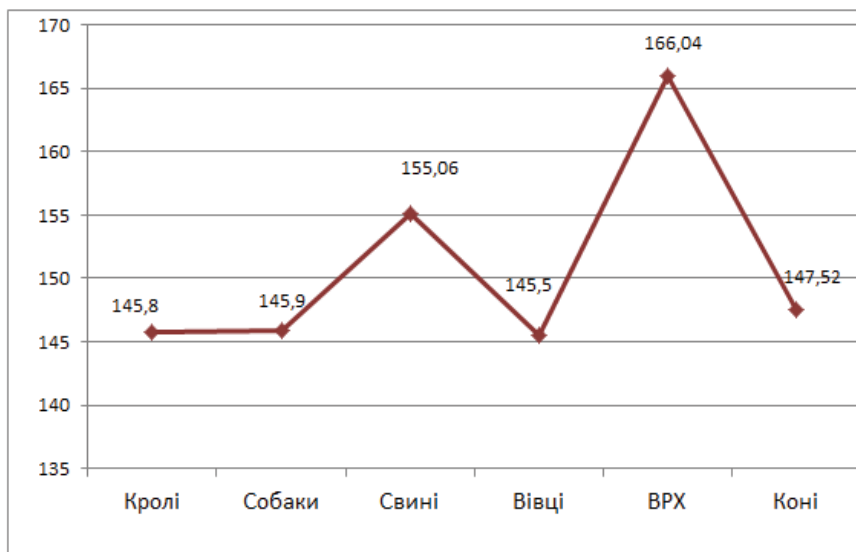


Рис. 4.74. Показники індексу розвитку серця у свійських ссавців (%).

У сучасній морфології морфометричні (кількісна морфологія) методи дослідження дозволяють не тільки з'ясувати кількісні характеристики органу в цілому, але й дають можливість встановити взаємозв'язки та взаємозалежність кількісних змін окремих структур того чи іншого органу, кількісні та відносні характеристики тих чи інших морфологічних складових (окремих структур, окремих ділянок тощо) на різних етапах індивідуального та філогенетичного розвитку та неоднакових функціональних

---

станах тієї чи іншої системи організму тварин, залежно від їх видових особливостей. Саме тому, впродовж останніх років морфологи все ширше використовують морфометричні методи дослідження неушкодженого та ушкодженого серцевого м'яза. Багатьох дослідників цікавлять питання адекватного визначення розмірів серця та його складових щодо вимірювань товщини стінок лівого та правого шлуночків, передсердь тощо [10, 50, 64, 180, 201, 202, 316, 330, 432, 454].

Згідно з аналізом результатів щодо морфометрії товщини стінки серця у свійських ссавців у цілому та його шлуночків і передсердь встановлено певні особливості їх товщини стінок, залежно відповідно від їх функціонального навантаження та видових особливостей дослідних тварин.

Найбільшу товщину у всіх дослідних тварин мають стінки ЛШ серця: у кролів –  $5,91 \pm 0,11$  мм, собак –  $15,92 \pm 0,34$  мм, свиней –  $26,7 \pm 0,51$  мм, овець –  $164,08 \pm 16,17$  мм, ВРХ –  $36,54 \pm 0,64$  мм, коней –  $40,14 \pm 0,88$  мм. Це пояснюється тим, що ЛШ серця бере участь у великому колі кровообігу, де кров у тварин, яка надходить в аорту з лівої частини серця, знаходиться значно під високим систолічним «верхнім» тиском – 120–130 мм рт. ст., залежно від виду тварин [112, 130, 145, 146, 403, 406, 407, 430].

Показники товщини стінки ПШ серця в усіх свійських ссавців мали проміжні значення, порівняно з такими у ЛШ та правим і лівим передсердям. Проте їх значення були достовірно меншими, порівняно з товщиною стінок лівого шлуночка: у кролів ( $p \leq 0,01$ ) у 1,9 раза, у собак ( $p \leq 0,05$ ) – 1,52 раза, у свиней ( $p \leq 0,01$ ) – 1,85 раза, у овець ( $p \leq 0,01$ ) – 1,98 раза, у ВРХ – ( $p \leq 0,01$ ) – 1,98 раза, у коней ( $p \leq 0,01$ ) – 1,98 раза. Така достовірна різниця пояснюється тим, що ПШ серця бере участь у малому колі кровообігу, виконуючи при цьому

---

значно менше навантаження [112, 130, 145, 146, 403, 406, 407, 430].

Передсердя виконують значно менші навантаження: ЛП замикає мале коло кровообігу, ПП замикає велике коло кровообігу [4, 115, 151]. Саме тому товщина стінок у лівому та правому передсердях серця у всіх видів тварин була достовірно меншою: у ЛП у кролів –  $3,82 \pm 0,04$  мм, собак –  $4,37 \pm 0,08$  мм, свиней –  $7,81 \pm 0,06$  мм, овець –  $7,05 \pm 0,09$  мм, ВРХ –  $8,24 \pm 0,12$  мм, коней –  $11,02 \pm 0,16$  мм; у ПП –  $2,61 \pm 0,02$  мм у кролів,  $3,32 \pm 0,05$  мм – у собак,  $6,02 \pm 0,04$  мм – у свиней,  $5,06 \pm 0,07$  мм – у овець,  $7,22 \pm 0,09$  мм у ВРХ,  $10,05 \pm 0,14$  мм у коней. Порівняно з ЛП, у всіх дослідних тварин товщина стінки ПП, була достовірно ( $p \leq 0,05$ ) меншою: у кролів у 1,46 раза, у собак – 1,32 раза, у свиней – 1,3 раза, у овець – 1,39 раза, у ВРХ – 1,14 раза, у коней – 1,1 раза [112, 130, 145, 146, 403, 406, 407, 430].

Виявлені нами неоднозначні морфометричні параметри товщини стінок шлуночків та передсердь, де найбільші морфометричні параметри були характерними для ЛШ, потім для ПШ, лівого та правого передсердь, свідчать про їх морфофункціональну активність під час їх функціонування у роботі великого та малого кола кровообігу. Це не випадковість, а реальна та об'єктивна характеристика різниці у діяльності шлуночків серця, оскільки лівий функціонує в основному як насос, а правий – як об'ємний [488]. Тому, зростання цитометричних параметрів лівого шлуночка, порівняно з правим, пов'язані з функціональними особливостями м'язової тканини міокарду, здатної до спонтанних ритмічних скорочень, сприяючи руху крові по судинам. Серцеві скоротливі міюцити лівого шлуночка серця виконують значно більше навантаження, сприяючи руху крові по судинам великого кола кровообігу, а відповідно

---

кардіоміюцити правого шлуночка – менше навантаження, сприяючи руху крові по судинам малого кола кровообігу.

Значно менші параметри товщини стінок передсердь ми пов'язуємо з морфофункціональною діяльністю роботи серця: передсердя отримують кров, що повертається до серця від тіла тварин, виконуючи при цьому значно менше навантаження.

Водночас різноманітність та варіабельність отриманих параметрів при вказаних макрометричних вимірах не задовольняє дослідників, тому до сьогоденішнього дня триває пошук адекватних та оптимальних морфометричних методів досліджень [10, 46, 97, 119]. Більш точним макрометричним способом, який дозволяє діагностувати ступінь гіпертрофії частин серцевого м'яза, є окреме зважування частин серця, яким морфологи користуються давно і час від часу його вдосконалюють [186, 187]. За таким методом окремо зважуються вільні стінки лівого, правого шлуночків, міжшлуночкова перегородка та передсердя. Міжшлуночкову перегородку ділять пропорційно масам лівого та правого шлуночків, визначаючи їх абсолютні маси. За такими показниками визначають шлуночковий індекс – відношення абсолютної маси правого шлуночка до лівого. В неушкодженіму серці значення шлуночкового індекса коливається в межах 0,4–0,6 та відображає фізіологічні межі роботи серцевого м'яза [10, 28, 60, 185, 186].

Також у кардіоморфології часто використовують модифікації методу окремого зважування частин серцевого м'яза, спрямовані на спрощення та розширення даного методу, при якому враховують також масові характеристики лівого та правого передсердь [10, 474].

За результатами наших досліджень, лінійні параметри стінки шлуночків та передсердь серця корелюють з

---

показниками їх абсолютної та відносної маси. Причому існує певна залежність між товщиною стінки шлуночків та передсердь з їх абсолютною та відотною масою, що підкреслює зв'язок лінійних розмірів серця з його АМ [112, 130, 145, 146, 403, 406, 407, 430].

За результатами проведеної нами морфометрії анатомічних структур серця у всіх досліджуваних тварин, найбільш розвинутими анатомічними структурами серця та об'ємними за АМ показниками, стосовно до чистої маси серця (без епікардіального жиру), є лівий і правий шлуночки. Найменші значення АМ мають ліве і праве передсердя. Так, відповідно до результатів наших досліджень, АМ лівих шлуночків серця є найбільшою і становить: у кролів ( $4,6 \pm 0,37$  г), собак ( $76,2 \pm 1,02$  г), свиней ( $250,9 \pm 5,37$  г), овець ( $90,3 \pm 5,21$  г), великої рогатої худоби ( $984,91 \pm 19,52$  г), коней ( $1484,12 \pm 28,74$  г), [112, 130, 145, 146, 403, 406, 407, 430].

Такі високі значення результатів АМ лівого шлуночка у свійських ссавців, ми пов'язуємо з їх розвитком за функціонального навантаження, так як лівий шлуночок функціонує переважно як насос, з якого починається соматичне коло кровообігу, перекачуючи кров по усьому організму [115, 151].

Менші морфометричні значення АМ були характерні для правих шлуночків серця: у кролів –  $2,5 \pm 0,19$  г, у собак –  $43,6 \pm 0,62$  г, у свиней –  $112,8 \pm 4,03$  г, у овець –  $45,6 \pm 3,04$  г, у великої рогатої –  $554,17 \pm 14,21$  г, у коней –  $771,63 \pm 19,27$  г. Відповідно, у всіх досліджуваних свійських ссавців АМ ПШ, порівняно з АМ ЛШ, була достовірно меншою: у кролів ( $p \leq 0,01$ ) у 1,84 раза, у собак ( $p \leq 0,05$ ) – 1,75 раза, у свиней ( $p \leq 0,001$ ) – 2,22 раза, у овець ( $p \leq 0,001$ ) – 1,98 раза, у ВРХ – ( $p \leq 0,05$ ) – 1,78 раза, у коней ( $p \leq 0,001$ ) – 1,92 раза. Це пов'язано з тим, що а кардіоміоцити м'язової оболонки

---

правого шлуночка виконують значно менше навантаження, ніж кардіоміоцити ЛШ, сприяючи руху крові по судинам малого кола кровообігу [115, 151].

Достовірно меншою, серед камер серця у свійських ссавців, була АМ лівого та правого передсердь: у лівому передсерді кролів  $1,5 \pm 0,14$  г, у собак –  $24,2 \pm 2,88$  г, у свиней –  $59,6 \pm 2,16$  г, у овець –  $27,9 \pm 3,31$  г, у ВРХ –  $255,02 \pm 8,04$  г, у коней –  $338,67 \pm 14,52$  г. Абсолютна маса правого передсердя, порівняно з лівим, була достовірно меншою: у кролів ( $p \leq 0,05$ ) у 1,36 раза, у собак ( $p \leq 0,001$ ) – 2,52 раза, у свиней ( $p \leq 0,01$ ) – 1,56 раза, у овець ( $p \leq 0,001$ ) – 2,49 раза, у ВРХ ( $p \leq 0,01$ ) – 1,79 раза, у коней ( $p \leq 0,01$ ) – 1,59 раза. Значно менші показники АМ передсердь, відносно шлуночків серця, пояснюється тим, що передсердя отримують кров, яка повертається до серця від тіла тварин, виконуючи при тім менше навантаження, тоді як шлуночки серця, перекачуючи кров від серця до тіла тварин, виконують при цьому найбільше навантаження [115, 151].

Абсолютна маса складових серця у свійських ссавців у видовому аспекті різна та підпорядковувалася біологічним критеріям щодо рівня розвитку тварин у філогенетичному ряді – чим більша маса тіла тварин, тим більша АМ органа. Проведений аналіз органометричних досліджень підтвердив дані щодо показників анатомічних структур АМ серця у свійських ссавців у цьому напрямку: для тварин з великою живою масою характерна найбільша АМ їх серця, а відповідно і його складових (рис. 4.75).

Відносна маса серця та його анатомічних складових у видовому аспекті має пряму залежність щодо маси тіла тварин досліджуваних тварин та АМ органа. При тім, абсолютна маса органа, його анатомічних структур зростає, залежно від виду тварин (чим більша тварина у

філогенетичному розвитку, тим більша АМ її органів), то відносна маса тієї чи іншої анатомічної структури у свійських тварин є прямопропорційною масі їх тіла [90]. Зростання абсолютної маси серця у великих тварин (ВРХ, кінь тощо) можна пояснити збільшенням потреби в кровопостачанні для забезпечення життєво важливих процесів функціонування їх організму. У той же час відносна маса серця в цих тварин може бути меншою, оскільки потреби організму у забезпеченні кровообігу не зростають пропорційно збільшенню маси тіла. Це свідчить про еволюційні адаптації, які дозволяють організмам, залежно від їх величини, підтримувати оптимальні функціональні пропорції між масою тіла та масою серця, враховуючи специфіку фізіології та екологічні умови існування.

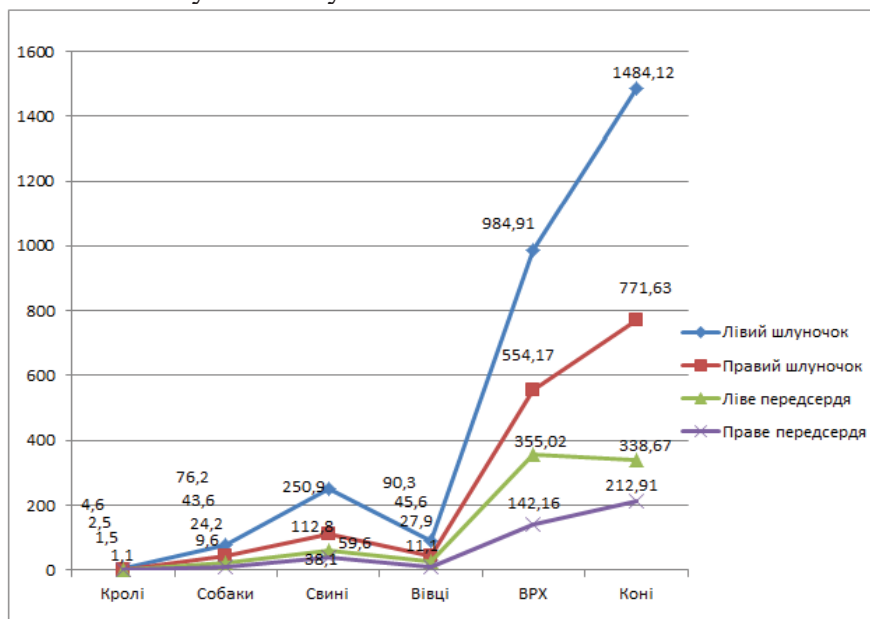


Рис. 4.75. Абсолютна маса шлуночків та передсердь свійських ссавців (г).

За результатами наших досліджень відносна маса анатомічних структур серця (лівого та правого шлуночків, лівого та правого передсердь) у дослідних свійських ссавців, відносно до середньої АМ серця, прямопропорційна масі тіла тварин та АМ органа і змінюється залежно від показників АМ відповідних камер серця та абсолютної маси серця [41, 42, 112, 117, 118, 130, 147]. Відносна маса анатомічних частин серця – лівого та правого шлуночків, лівого та правого передсердь, відповідно до їх функціонального навантаження, була неоднозначною (рис. 4.76).

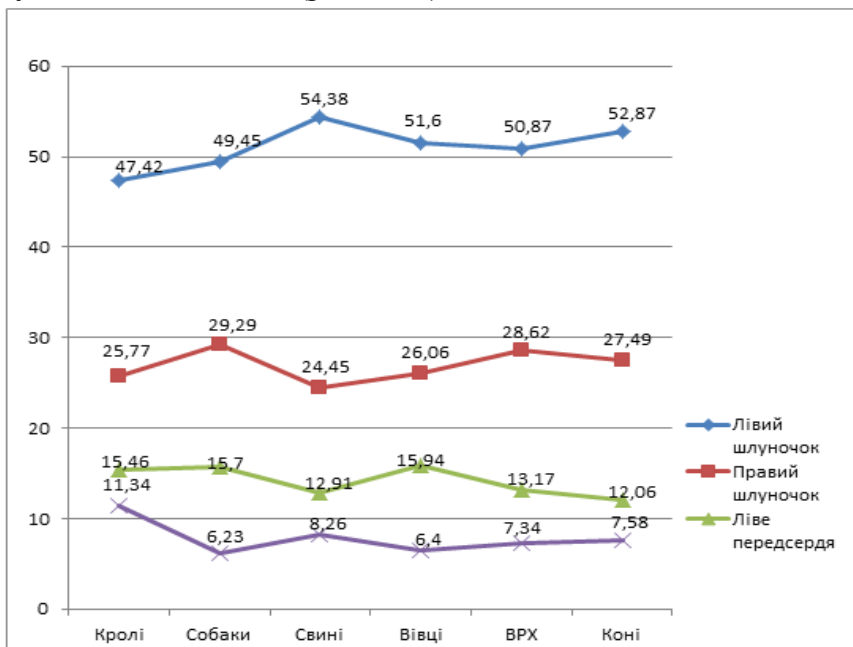


Рис. 4.76. Відносна маса шлуночків та передсердь свійських ссавців (%).

Так, за нашими морфометричними дослідженнями найбільший відсоток щодо загальної чистої маси серця (без

---

епікардіального жиру), займають ліві шлуночки, показники яких у всіх видів тварин мають подібні значення: у кролів –  $47,42 \pm 2,76\%$ , у собак –  $49,45 \pm 2,86\%$ , у свиней –  $54,38 \pm 3,18\%$ , у овець –  $51,6 \pm 3,06\%$ , у ВРХ –  $50,87 \pm 1,32\%$ , у коней –  $52,87 \pm 4,08\%$  [112, 130, 145, 146, 403, 406, 407, 430].

Це залежить від того, що у всіх дослідних ссавців, незалежно від їх становлення у філогенетичному ряді, кардіоміоцити м'язової оболонки ЛШ серця, під час виконання ними роботи, здійснює посилене навантаження, перекачуючи відповідно під тиском кров, по замкнутій системі судин великого (соматичного) кола кровообігу.

Менша ВМ щодо чистої АМ серця є у правих шлуночках: у кроля –  $25,77 \pm 1,28\%$ , у собаки –  $29,29 \pm 1,79\%$ , у свині –  $24,45 \pm 1,62$ , у вівці –  $26,06 \pm 1,32\%$ , у ВРХ –  $28,62 \pm 0,64\%$ , у коня –  $27,49 \pm 0,82\%$  (рис. 4.75).

Відносна маса правого та лівого пересердь щодо чистої абсолютної маси серця у всіх дослідних тварин була найменшою, що пов'язано з функціональним навантаженням кардіоміоцитів м'язової тканини міокарду серця, при виконанні ними певної роботи під час спонтанних ритмічних скорочень: передсердя виконують менше навантаження, отримуючи кров, яка повертається до серця від тіла тварин [115, 151, 221].

Отже, найбільша абсолютна та відносна маса у всіх дослідних тварин була характерною для лівого шлуночка, потім правого і найменша для лівого та правого передсердь. За таких цифрових абсолютних показників шлуночків та передсердь у свійських тварин більш функціонально розвинутими є шлуночки серця, про що свідчить коефіцієнт відношення маси шлуночків до чистої маси серця, які у всіх дослідних ссавців подібні між собою: у кроля – 1:0,73, у собаки – 1:0,78, у свині – 1:0,79, у вівці – 1:0,78, у великої

---

рогатої худоби – 1:0,79, у коня – 1:0,79. Коефіцієнт відношення маси передсердь до чистої маси серця, у всіх дослідних тварин має менше значення і становить: у кроля – 1:0,27, у собаки – 1:0,21, у свині – 1:0,21, у вівці – 1:0,22, у великої рогатої худоби – 1:0,21, у коня – 1:0,20. Коефіцієнт відношення маси передсердь до маси шлуночків серця у свійських ссавців характеризується наступними значеннями: у кроля – 1:0,37, у собаки – 1:0,28, у свині – 1:0,27, у вівці – 1:0,29, у великої рогатої худоби – 1:0,26, у коня – 1:0,24 [112, 130, 145, 146, 403, 406, 407, 430].

Таким чином, виявлені нами такі органометричні цифрові значення складових частин серця (абсолютна та відносна маси камер серця, коефіцієнт відношення маси шлуночків до чистої маси серця, коефіцієнт відношення маси передсердь до чистої маси серця, коефіцієнт відношення маси передсердь до маси шлуночків) у свійських ссавців, є переконливим свідченням інтенсивного розвитку ЛШ серця, потім ПШ, лівого та правого передсердь унаслідок їх функціонального навантаження: скоротливі кардіоміоцити м'язів ЛШ виконують посилене навантаження, прокачуючи кров під тиском, по замкнутій системі судин великого кола кровообігу, по усьому організму; кардіоміоцити правого шлуночка серця прокачують кров у мале (легеневе) коло кровообігу, виконуючи при цьому значно менше функціональне навантаження; передсердя отримують кров, що повертається до серця від тіла тварин, виконуючи менше навантаження [115, 151].

Варто зазначити, що за останні роки на вказаних рівнях структурної організації серця все ширше використовуються гістологічні та стереологічні методи дослідження [185, 186].

Згідно з літературними джерелами [169, 170, 363, 398] та нашими власними гістологічними дослідженнями [19, 42,

---

105, 106, 112, 128, 143], мікроскопічна будова серця та його складових (передсердя, шлуночки) у свійських тварин, класу ссавці, має подібну будову. Гістологічно стінка серця тварин, класу ссавці сформована трьома оболонками: внутрішня – ендокарда, середня – міокарда і зовнішня – епікарда. Внутрішня оболонка (ендокард) вистилає зсередини камери серця, сухожилкові струни, папілярні м'язи та клапани серця; зовнішня оболонка (епікард) вкриває міокард зовні; середня оболонка (міокард), є більш розвиненою оболонкою серця. Міокард утворений м'язовими клітинами – кардіоміоцитами, які формують єдиний масив м'язових волокон. Виділяють типові кардіоміоцити, які забезпечують робочий ефект (підвищують тиск у порожнині серця та переміщують кров) та атипові, діяльність яких пов'язана зі збудженням серця та проведенням їх по тканині [20, 400, 434, 506].

За фарбування гістопрепаратів за методом Гейденгайна кардіоміоцити серця на поздовжньому зрізі у всіх свійських ссавців прямокутної форми. Вони чітко окреслені сарколемою та містять саркоплазму і ядра. У саркоплазмі чітко виражені поперечна та поздовжня посмугованість. Між кардіоміоцитами виявляються прошарки пухкої сполучної тканини, де знаходяться судини та нерви. Ядра (одне, рідше два) – овальної, округлої або видовженої (паличкоподібної) форми, розташовані у центральній частині саркоплазми [19, 42, 105, 106, 112, 128, 143].

У сучасній кардіоморфології, для виявлення кількісних та відносних характеристик щодо мікроскопічної будови органів серцево-судинної системи, широко застосовують гісто- та цитометричні методи дослідження. Такі методи дозволяють встановити взаємозв'язки та взаємозалежність морфологічних складових структур організму залежно від функціонального навантаження, відповідно на різних етапах

---

онто- та філогенетичного розвитку тварин, у нормі та патології тощо [37, 48].

Математичний аналіз структур морфологічних об'єктів здобув визнання як сучасний метод, що вирізняється об'єктивністю та достовірністю, який дозволяє глибше розкрити розвиток патологічного процесу та логічно інтерпретувати результати наукових досліджень. Даний напрям, який широко використовується у сучасній ветеринарній кардіології, дає об'єктивну інформацію про перебіг різних фізіологічних та патологічних процесів, що виникають в органах та системах організму за ураження серцево-судинної системи [67, 116].

Деякі науковці вказують, що для визначення особливостей структурної перебудови серцевого м'яза краще визначати об'ємні та поверхнево-об'ємні відношення. Морфометричний аналіз на клітинному рівні включає визначення таких параметрів, як розміри клітин, їх чисельність та форму. На основі отриманих результатів можна зробити висновок про морфофункціональний стан міокарду за його онтогенетичного розвитку та у видовому аспекті у свійських тварин, можна з'ясувати гіпертрофію та атрофію міокарда, а також визначити елементи прогнозування ускладнень, які можуть виникнути в ушкодженному міокарді тощо [10, 175, 448].

У літературних джерелах є різні судження щодо діаметру вказаних клітин. Більшість дослідників вважають, що діаметр кардіоміоцитів у міокарді людини, собаки, кроля, щура однаковий і становить 10,0–12,0 мкм [453, 492]. За результатами Л.М. Дугадко та інших (1990) товщина кардіоміоцитів неушкодженого серця у свійських тварин становлять 15,0–20,0 мкм [69], товщина кардіоміоцитів міокарда в овець та коней дорівнює, відповідно,  $9,19 \pm 0,71$

---

мкм та  $9,87 \pm 1,1$  мкм, у великої рогатої худоби –  $13,2 \pm 0,36$  мкм [40], у свиней –  $12,23 \pm 0,12$  мкм [51]. За даними Т. Hoshino et al. (1983) довжина кардіоміоцитів коливається від 50 до 120 мкм: у лівому та правому шлуночках – 60–120 мкм (модальний клас 90 мкм), у правому та лівому передсердях – 70–90 мкм (модальний клас – 100 мкм) [411].

Причинами такої варіабельності щодо розмірів кардіоміоцитів неушкодженого серця можуть бути методи фіксації, способи проведення досліджуваного матеріалу через спирти зростаючої міцності і навіть особливості фарбування. Дехто із дослідників варіабельність просторових характеристик кардіоміоцитів неушкодженого серця пояснюють різною формою перерізу кардіоміоцитів, яка на поперечних гістологічних зрізах далека від форми класичних геометричних фігур тощо [185, 186].

Згідно з результатами проведеної нами цитометрії, кардіоміоцити, які формують м'язові волокна, їх неоднозначні цитометричні параметри залежать від виду тварин та морфотопографії кардіоміоцитів у відповідних камерах серця (міокард лівого, правого шлуночків, передсердя), а значить, функціонального навантаження скоротливих клітин, у свійських дослідних нами тварин [19, 42, 106, 106, 128, 143]. При цьому, кількісні значення кардіоміоцитів лівого шлуночка міокарду серця значно більші, ніж правого.

За результатами наших цитометричних досліджень, об'єм кардіоміоцитів ЛШ кроля був найменшим ( $2834,59 \pm 319,99$  мкм<sup>3</sup>), потім, стосовно до видових особливостей тварин, а значить до перебування їх на відповідному етапі філогенетичного розвитку, об'єм кардіоміоцитів збільшувався і становив: у собаки –  $2941,76 \pm 127,44$  мкм<sup>3</sup>, у свині –  $6130,98 \pm 922,18$  мкм<sup>3</sup>, у вівці –

3982,99±423,96 мкм<sup>3</sup>, у великої рогатої худоби – 11225,73±824,42 мкм<sup>3</sup>, у коня – 12554,36±877,52 мкм<sup>3</sup> (рис. 4.77).

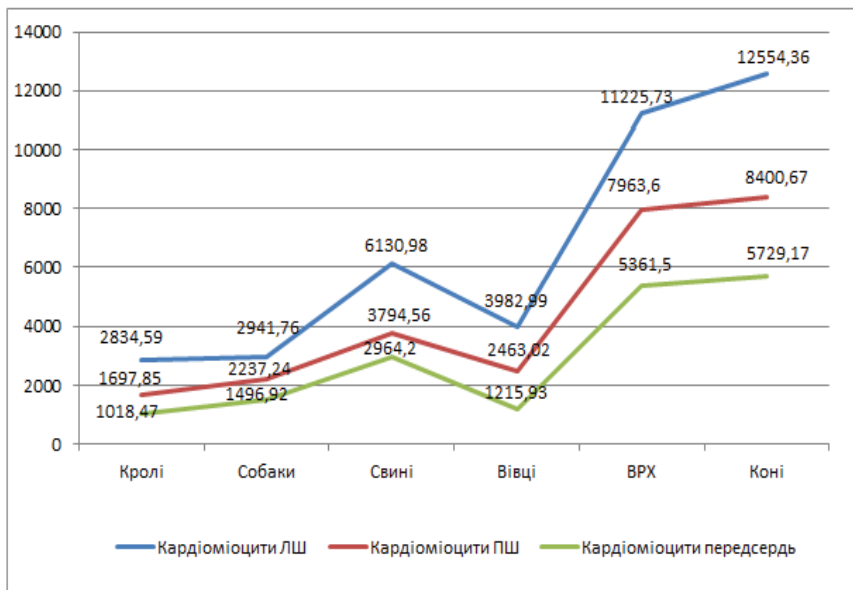


Рис. 4.77. Об'єм скоротливих (типових) кардіоміоцитів шлуночків та передсердь серця свійських ссавців.

Отже відповідно до видових особливостей тварин, найменший об'єм кардіоміоцитів у лівому шлуночку серця, із усіх досліджуваних нами свійських ссавців, був у кроля і найбільший – у коня (рис. 4.73). Таким чином, виявлені нами результати досліджень підпорядковувалися загальновизнаному факту, що величина клітин має пряму залежність рівня розвитку ссавців (чим вище в систематичному відношенні вид, тим більший об'єм тіла клітин), а також від розмірів (маси) тіла тварини.

---

Проведений нами детальний аналіз морфометричних досліджень мікроструктур міокарда засвідчує, що об'єм кардіоміоцитів правого шлуночка серця дослідних тварин у видовому аспекті також зростає [19, 42, 105, 106, 128, 143], підпорядковуючись загальновизнаним правилам філогенії – чим вище у філогенетичному розвитку вид, тим більший об'єм клітин. Тому об'єм кардіоміоцитів ПШ серця, так само, як ЛШ, був найменшим у кроля та найбільшим у коня (рис. 4.77).

Стосовно до індивідуальних особливостей тварин, то об'єм кардіоміоцитів у ПШ серця, був достовірно ( $p \leq 0,05$ ) меншим у всіх дослідних тварин, порівняно з таким у ЛШ серця: у кроля ( $1697,85 \pm 239,06$  мкм<sup>3</sup>) у 1,76 раза, у собаки ( $2237,24 \pm 103,02$  мкм<sup>3</sup>) у 1,32 раза, свині ( $3794,56 \pm 489,87$  мкм<sup>3</sup>) та вівці ( $2463,02 \pm 318,04$  мкм<sup>3</sup>) у 1,62 раза, у великої рогатої худоби ( $7963,60 \pm 627,09$  мкм<sup>3</sup>) у 1,41 раза, коня ( $8400,67 \pm 681,04$  мкм<sup>3</sup>) у 1,49 раза. Це не випадковість, а реальна та об'єктивна характеристика різниці у діяльності шлуночків, оскільки лівий функціонує, в основному, як насос, а правий – як об'ємний [115, 151]. Тому, найбільший об'єм лівого шлуночка серця в усіх дослідних тварин, порівняно з правим шлуночком, пов'язаний з функціональним особливостями м'язової тканими міокарду, здатної до спонтанних ритмічних скорочень, сприяючи руху крові по судинах: кардіоміоцити лівого шлуночка виконують більше навантаження, сприяючи руху крові по судинах великого кола кровообігу, відповідно, кардіоміоцити правого шлуночка – менше навантаження, сприяючи руху крові по судинах малого кола кровообігу [115, 151].

За результатами цитометричних досліджень кардіоміоцитів перередсердь, їх об'єм у всіх дослідних тварин був достовірно меншим, порівняно з таким у правому

---

та лівому шлуночках серця (рис. 4.77). Це пояснюється тим, що передсердя, порівняно зі шлуночками серця, виконують значно менші навантаження, забезпечуючи течію крові по замкнутій системі кровоносних судин – ліве передсердя замикає легеневе (мале), а праве передсердя замикає велике (соматичне) кола кровообігу [4, 113, 151].

Так, за нашими розрахунками, середнє значення об'єму кардіоміоцитів передсердь (правого та лівого разом) у свійських досліджуваних нами тварин були наступними: у кроля –  $0,0389 \pm 0,0062$  мкм<sup>3</sup>, у собаки –  $0,0367 \pm 0,0105$  мкм<sup>3</sup>, у свині –  $2964,20 \pm 412,02$  мкм<sup>3</sup>, у вівці –  $1215,93 \pm 176,94$  мкм<sup>3</sup>, у ВРХ –  $5361,50 \pm 583,91$  мкм<sup>3</sup>, у коня –  $1215,93 \pm 176,94$  мкм<sup>3</sup>. Порівняно з такими показниками у ЛШ, їх об'єми були достовірно меншими: у кроля ( $p \leq 0,01$ ) у 2,78 раза, у собаки ( $p \leq 0,01$ ) – у 1,96 раза, у свині ( $p \leq 0,01$ ) – 2,07 у рази, у вівці ( $p \leq 0,001$ ) – у 3,27 рази, у великої рогатої худоби ( $p \leq 0,01$ ) – у 2,09 раза, у коня ( $p \leq 0,01$ ) – у 2,19 раза, порівняно з правим шлуночком: у ( $p \leq 0,05$ ) 1,67 раза, у ( $p \leq 0,05$ ) 1,49 раза, у ( $p \leq 0,05$ ) 1,28 раза, у ( $p \leq 0,01$ ) у 2,06 раза, у ( $p \leq 0,05$ ) 1,48 раза, у ( $p \leq 0,05$ ) 1,47 раза, відповідно.

Згідно з каріометричними дослідженнями, середні об'єми ядер кардіоміоцитів у міокарді шлуночків та передсердь у всіх дослідних тварин мали різне значення, залежно від видових їх особливостей: найменші об'єми були характерними для кардіоміоцитів кроля, найбільші – для кардіоміоцитів коня (рис. 4.78), що пов'язано з видовими особливостями організму.

Проте, за індивідуального розвитку тварин, середнє значення об'єму ядер кардіоміоцитів у правому та лівому шлуночках та передсердь, у всіх дослідних тварин, були подібними між собою (рис. 4.78).

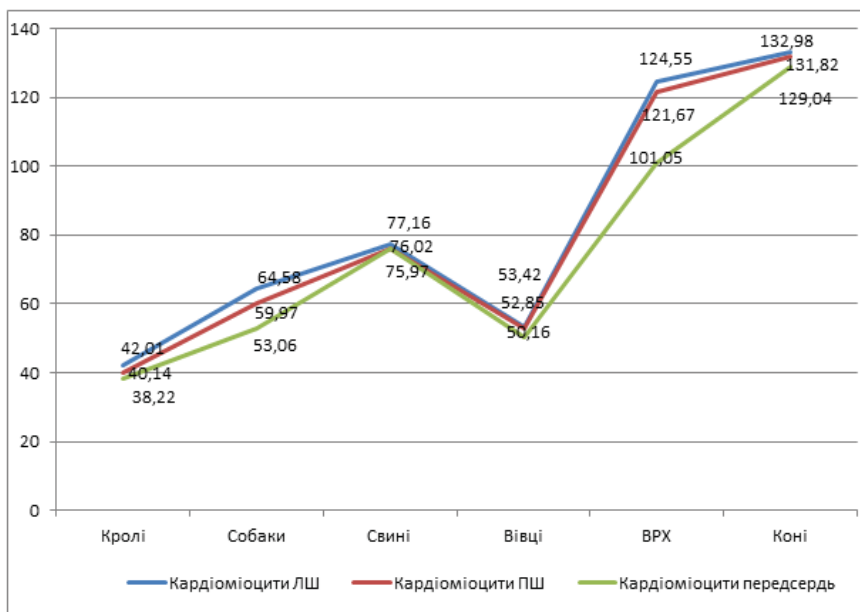


Рис. 4.78. Об'єм ядер скоротливих (типових) кардіоміоцитів шлуночків та передсердь серця свійських ссавців.

За таких неоднозначних кількісних показників щодо об'єму кардіоміоцитів (різниці між ними у відповідних камерах серця – шлуночки, передсердя), та, відповідно, подібних кількісних значень щодо об'єму їх ядер, у конкретного виду тварин, встановлено у кардіоміоцитах, різний їх коефіцієнт ЯЦВ (рис. 4.79) [19, 23, 42, 105, 106, 128, 143], що свідчило про функціональну особливість м'язової оболонки шлуночків та передсердь за спонтанних та ритмічних скорочень кардіоміоцитів при виконанні певної роботи.

Ядерно-цитоплазматичне відношення кардіоміоцитів ЛШ серця, порівняно з таким у ПШ та передсердь, у всіх дослідних тварин було найменшим. Водночас у порівняльно-

видовому аспекті більше значення ЯЦВ було для кардіоміоцитів ЛШ серця собаки ( $0,0224 \pm 0,0076$ ), менше у 1,4 раза – у кроля ( $0,0161 \pm 0,0054$ ).

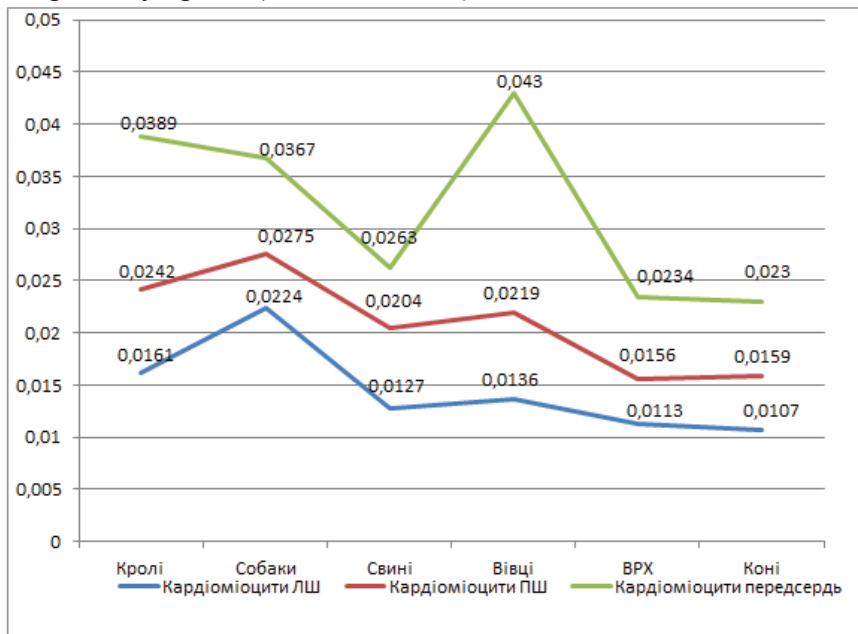


Рис. 4.79. Ядерно-цитоплазматичне відношення скоротливих (типових) кардіоміоцитів серця свійських ссавців.

Більш низький ядерно-цитоплазматичний індекс був характерний великим тваринам (великої рогатої худоби –  $0,0113 \pm 0,0068$  та коней –  $0,0107 \pm 0,0074$ ), що є прямим свідченням високого рівня морфофункціонального стану кардіоміоцитів у представників даних видів свійських тварин класу ссавці. Адже найбільш функціонально активними соматичними клітинами є ті, для яких характерний низький індекс ЯЦВ [44]. Це пов'язано з посиленням функціональної діяльності роботи ЛШ серця: кардіоміоцити ЛШ серця

---

перекачують кров по замкнутій системі судин великого (соматичного) кола кровообігу до тіла тварин, яке починається від лівого шлуночка серця, з якого артеріальна кров через аорту потрапляє у капіляри (відбувається газообмін) органів і тварин усього тіла, потім від органів і тканин вже венозна кров відтікає через порожнисті вени у праве передсердя. Отже для виконання такого посиленого навантаження кров циркулює у такому напрямку: серце – артерії артеріоли – прекапіляри – капіляри – посткапіляри – вени – вени – серце, виконуючи найбільше навантаження [4, 113, 151, 174].

Менш функціонально активними є ті клітини, для яких характерний більший індекс ЯЦВ. Саме тому, ЯЦВ кардіоміоцитів ПШ серця в усіх досліджуваних тварин, порівняно з ЛШ, були достовірно ( $p \leq 0,05$ ) більшими: у кроля ( $0,0242 \pm 0,0048$ ) – у 1,5 раза, у собаки ( $0,0275 \pm 0,0081$ ) – у 1,23 раза, у свині ( $0,0204 \pm 0,0068$ ) – 1,61 раза, у вівці ( $0,0219 \pm 0,0079$ ) – 1,61 раза, у великої рогатої худоби ( $0,0156 \pm 0,0054$ ) – 1,38 раза, у коня ( $0,0159 \pm 0,0098$ ) – у 1,48 раза. Це пов'язано з тим, що кардіоміоцити правого шлуночка, порівняно з ЛШ, виконують менше навантаження, сприяючи руху крові по судинам малого (легеневого) кола кровообігу, яке починається з ПШ серця, де через легеневу артерію венозна кров доставляється до альвеол легень (через стінки альвеол та легневих капілярів між повітрям, яке міститься в альвеолах, та кров'ю відбувається газообмін), потім від легень вже артеріальна кров по венах потрапляє у ліве передсердя, виконуючи при цьому значно менше навантаження [4, 113, 151].

Найбільше значення коефіцієнта ядерно-цитоплазматичного відношення характерне для кардіоміоцитів передсердь. У видовому аспекті такі

---

параметри проявлялися наступним чином: найбільше значення у вівці –  $0,0430 \pm 0,0096$ , проміжне – у кроля ( $0,0389 \pm 0,0062$ ) та собаки ( $0,0367 \pm 0,0105$ ), найменші значення та близькі між собою, були характерними для свині ( $0,0263 \pm 0,009$ ), великої рогатої худоби ( $0,0234 \pm 0,0058$ ) та для коня ( $0,0230 \pm 0,0066$ ), (рис. 4.78) . Такі високі показники ЯЦВ, виявлені нами у кардіоміоцитах передсердь, порівняно з такими у шлуночках серця, свідчать про менше морфофункціональне навантаження кардіоміоцитів передсердь порівняно з кардіоміоцитами шлуночків, під час ритмічних та спонтанних скорочень. Це пов'язано з тим, що передсердя отримують кров, що повертається до серця від тіла тварин, замикаючи кола кровообігу: ліве передсердя замикає мале коло кровообігу, праве передсердя – велике коло кровообігу, виконуючи при цьому значно менше навантаження, про що свідчить відповідно високий індекс ЯЦВ кардіоміоцитів передсердь [19, 42, 105, 106, 128, 143]. Адже менш функціонально активними та зрілими соматичними клітинами є ті, для яких характерний високий індекс ЯЦВ.

Отже, за результатами цитометричних досліджень, кардіоміоцити м'язової оболонки серця та його складових у свійських ссавців різні, мають різні кількісні характеристики залежно від виду дослідних тварин, їх маси тіла, абсолютної та відносної маси серця та фізіологічного навантаження на відповідні органи. Зростання об'єму кардіоміоцитів та їх ядер у філогенетичному ряді ми пов'язуємо з адаптаційними особливостями організму тварин до умов існування. Відомо, що найбільш розвинуті органи у тих тварин, яким властиві значні фізичні та фізіологічні навантаження на відповідні органи і системи [40].

---

При тім, найбільш високі цитометричні параметри кардіоміоцитів (довжина, ширина, об'єм кардіоміоцитів, їх ядер, низьке значення ЯЦВ-кардіоміоцитів) у міокарді ЛШ серця та, відповідно, менші такі кількісні значення у міокарді ПШ серця та особливо у міокарді передсердь тварин класу ссавці, пов'язані з функціональними особливостями м'язової тканини міокарду, здатної до спонтанних, ритмічних скорочень, сприяючи руху крові по замкнутій системі судин великого та малого кровообігу.

Таким чином, наші дослідження засвідчили, що макрота гістологічна будова серця у досліджувальних нами клінічно здорових свійських тварин у порівняльному видовому аспекті має подібну для них гістоархітектоніку, властиву іншим видам тварин класу Ссавці, проте різниться морфометричними показниками. Такі дослідження мають не тільки пізнавальне значення, але є основою для клінічної ветеринарної медицини у напрямку ветеринарної кардіології.

---

## ВИСНОВКИ

У науковій роботі з використанням макро- та мікроскопічних, органно-, гісто- та цитометричних методів досліджень теоретично узагальнено та наведено нове вирішення актуальної наукової проблеми, яка полягає у встановленні закономірностей будови та розвитку серця, з урахуванням формування морфологічних ознак (маркерів) у клінічно-здорових шести видів свійських тварин, класу *Mammalia* – Ссавці: *Orientalis cuniculus* L., 1758 – крізь європейський; *Canis familiaris* L., 1759 – собака свійський; *Sus scrofa, forma domestica* L., 1758 – домашня свиня; *Ovis aries* L., 1758 – баран (вівця) свійський; *Bos Taurus* L., 1758 – бик свійський; *Equus ferus Caballus* L., 1758 – кінь свійський.

Морфоархітектоніка серця у дослідних тварин подібна між собою, але має певні морфометричні особливості. Враховуючи макроскопічну будову та індекс розвитку органа, визначено три типи форми серця у свійських ссавців: перший тип – розширено-вкорочений ( $IPC = 140\text{--}150\%$ ), другий – розширено-видовжений ( $IPC = 151\text{--}160\%$ ), третій – видовжено-звужений ( $IPC = 161\text{--}170\%$ ). Серце кроля овальної форми, розширено-вкороченого ( $IPC=145,8\pm4,16\%$ ) типу; серце собаки округлої (еліпсоподібної) форми, розширено-вкороченого ( $IPC=145,9\pm 6,56\%$ ) типу; серце свині відносно великого розміру, еліпсо-конусоподібної форми, розширено-видовженого ( $IPC = 155,06\pm6,32\%$ ) типу; серце вівці конусоподібної форми, розширено-вкороченого ( $IPC=145,5\pm4,02\%$ ) типу; серце великої рогатої худоби конусоподібної форми, видовжено-звуженого ( $IPC=166,04\pm5,14\%$ ) типу; серце коня конусоподібної форми, розширено-вкороченого ( $IPC = 147,52 \pm 7,36\%$ ) типу.

---

Абсолютна маса серця у свійських ссавців (найменша у кроля –  $10,3 \pm 0,86$  г, найбільша у коня –  $2987,6 \pm 96,84$  г) синхронно підпорядковується загальновідомому та визнаному факту філогенетичного розвитку тварин: чим вищий у систематичному відношенні вид тварин (їх розміри, жива маса тіла тощо), тим більші органометричні показники органа.

Відносна маса серця змінюється асинхронно, залежно від маси тіла тварин та абсолютної маси серця (відсотку маси органа, який припадає на масу тіла тварин). Найбільша ВМ серця у собаки –  $0,72 \pm 0,005\%$  та коня –  $0,59 \pm 0,012\%$ , найменша у свині –  $0,29 \pm 0,004\%$ .

Товщина стінок шлуночків та передсердь серця у свійських ссавців залежить від функціонального навантаження відповідних камер серця та видових особливостей серцево-судинної системи дослідних тварин:

– більш розвинені стінки серця мають ЛШ: у кролів –  $5,91 \pm 0,11$  мм, собак –  $15,92 \pm 0,34$  мм, свиней –  $26,7 \pm 0,51$  мм, овець –  $164,08 \pm 16,17$  мм, ВРХ –  $36,54 \pm 0,64$  мм, коней –  $40,14 \pm 0,88$  мм. Товщини стінок ПШ серця, порівняно з такими у ЛШ, є достовірно меншими: у кролів ( $p \leq 0,01$ ) у 1,9 раза, у собак ( $p \leq 0,05$ ) – 1,52 раза, у свиней ( $p \leq 0,01$ ) – 1,85 раза, у овець ( $p \leq 0,01$ ) – 1,98 раза, у ВРХ – ( $p \leq 0,01$ ) – 1,98 раза, у коней ( $p \leq 0,01$ ) – 1,98 раза;

– менш розвинуті стінки мають ЛП: у кроля –  $3,82 \pm 0,04$  мм, у собаки –  $4,37 \pm 0,08$  мм, у свині –  $7,81 \pm 0,06$  мм, у вівці –  $7,05 \pm 0,09$  мм, у ВРХ –  $8,24 \pm 0,12$  мм, у коня –  $11,02 \pm 0,16$  мм. Товщина стінок ПП, порівняно з ЛП, достовірно ( $p \leq 0,05$ ) менша: у кролів у 1,46 раза, у собак – 1,32, у свиней – 1,3, у овець – 1,39, у ВРХ – 1,14, у коней – 1,1 раза.

Абсолютна маса шлуночків та передсердь серця у свійських ссавців різна і визначається формуванням та

---

функціональним навантаженням кардіоміоцитів відповідних анатомічних структур за їх ритмічного скорочення:

– найбільшу АМ масу мають ЛШ: у кроля –  $4,6 \pm 0,37$  г, у собаки –  $76,2 \pm 1,02$  г, у свині –  $250,9 \pm 5,37$  г, у вівці –  $90,3 \pm 5,21$  г, у великої рогатої худоби –  $984,91 \pm 19,52$  г, у коня –  $1484,12 \pm 28,74$  г. Абсолютна маса ПШ, порівняно з ЛШ, достовірно менша: у кроля ( $p \leq 0,01$ ) у 1,84 раза, у собаки ( $p \leq 0,05$ ) – 1,75 раза, у свині ( $p \leq 0,001$ ) – 2,22 раза, у вівці ( $p \leq 0,001$ ) – 1,98 раза, у ВРХ – ( $p \leq 0,05$ ) – 1,78 раза, у коня ( $p \leq 0,001$ ) – 1,92 раза;

– менша абсолютна маса характерна для ЛП: у кролів –  $1,5 \pm 0,14$  г, у собак –  $24,2 \pm 2,88$  г, у свиней –  $59,6 \pm 2,16$  г, у овець –  $27,9 \pm 3,31$  г, у ВРХ –  $255,02 \pm 8,04$  г, у коней –  $338,67 \pm 14,52$  г. Абсолютна маса ПП, порівняно з ЛП, достовірно менша: у кроля ( $p \leq 0,05$ ) у 1,36 раза, у собаки ( $p \leq 0,001$ ) – 2,52, у свині ( $p \leq 0,01$ ) – 1,56, у вівці ( $p \leq 0,001$ ) – 2,49, у ВРХ ( $p \leq 0,01$ ) – 1,79, у коня ( $p \leq 0,01$ ) – 1,59 раза.

Відносна маса лівого, правого шлуночків, лівого, правого передсердь щодо АМ серця, прямопропорційна АМ органа та масі тіла тварин:

– найбільший відсоток щодо загальної чистої маси серця займають ЛШ, показники яких у всіх видів тварин мають подібні значення: у кроля –  $47,42 \pm 2,76\%$ , у собаки –  $49,45 \pm 2,86\%$ , у свині –  $54,38 \pm 3,18\%$ , у вівці –  $51,6 \pm 3,06\%$ , у ВРХ –  $50,87 \pm 1,32\%$ , у коня –  $52,87 \pm 4,08\%$ . Менша ВМ щодо чистої АМ серця характерна для ПШ: у кроля –  $25,77 \pm 1,28\%$ , у собаки –  $29,29 \pm 1,79\%$ , у свині –  $24,45 \pm 1,62\%$ , у вівці –  $26,06 \pm 1,32\%$ , у ВРХ –  $28,62 \pm 0,64\%$ , у коня –  $27,49 \pm 0,82\%$ ;

– відносна маса лівого та правого пересердь щодо чистої абсолютної маси серця у всіх дослідних тварин є найменшою: ВМ ЛП кроля становить  $15,46 \pm 0,88\%$ , у собаки –  $15,7 \pm 1,86\%$ , у свині –  $12,91 \pm 0,09\%$ , у вівці –  $15,94 \pm 1,49\%$ , у ВРХ –

---

13,17±0,21%, у коня – 12,06±0,47%, відповідно, ВМПП – 11,34±0,62 %, 6,23±0,94%, 8,26±0,11%, 6,4±0,82%, 7,34±0,09% та 7,58±0,11%.

У свійських ссавців встановлена видова стабільність шлуночково-серцевого індексу (ШСІ) – коефіцієнт відношення АМ шлуночків до чистої маси серця: у кроля – 1:0,73, у собаки – 1:0,78, у свині – 1:0,79, у вівці – 1:0,78, у ВРХ – 1:0,79, у коня – 1:0,79 та передсердно-серцевого індексу (ПСІ) – коефіцієнт відношення маси передсердь до чистої маси серця: у кроля – 1:0,27, у собаки – 1:0,21, у свині – 1:0,21, у вівці – 1:0,22, у великої рогатої худоби – 1:0,21, у коня – 1:0,20. Відповідно, передсердно-шлуночковий індекс (ПШІ) – коефіцієнт відношення АМ передсердь до АМ шлуночків у кроля дорівнює 1:0,37, у собаки – 1:0,28, у свині – 1:0,27, у вівці – 1:0,29, у великої рогатої худоби – 1:0,26, у коня – 1:0,24, що вказує на певну особливість формування міокарда серця шлуночків та передсердь залежно від видових особливостей свійських ссавців.

За цитометричних досліджень найбільший об'єм мають кардіоміоцити серця лівого шлуночка: у кроля – 2834,59±319,99 мкм<sup>3</sup>, у собаки – 2941,76±127,44 мкм<sup>3</sup>, у свині – 6130,98±922,18 мкм<sup>3</sup>, у вівці – 3982,99±423,96 мкм<sup>3</sup>, у ВРХ – 11225,73±824,42 мкм<sup>3</sup>, у коня – 12554,36±877,52 мкм<sup>3</sup>. Об'єми кардіоміоцитів правого шлуночка, порівняно з лівим шлуночком, достовірно менший: у кроля ( $p \leq 0,05$ ) у 1,76 раза, собаки ( $p \leq 0,05$ ) у 1,32 раза, свині та вівці ( $p \leq 0,05$ ) у 1,62 раза, ВРХ ( $p \leq 0,05$ ) у 1,41 раза, коня ( $p \leq 0,05$ ) у 1,49 раза. Найменший об'єм мають кардіоміоцити передсердь: у кроля – 0,0389±0,0062 мкм<sup>3</sup>, у собаки – 0,0367±0,0105 мкм<sup>3</sup>, у свині – 2964,20±412,02 мкм<sup>3</sup>, у вівці – 1215,93±176,94 мкм<sup>3</sup>, у ВРХ – 5361,50±583,91 мкм<sup>3</sup>, у коня – 1215,93±176,94 мкм<sup>3</sup>.

---

Найменше ядерно-цитоплазматичне відношення типових (скоротливих) кардіоміоцитів у свійських ссавців, що вказує на морфофункціональні особливостями м'язової тканини унаслідок спонтанних ритмічних скорочень міокарду, характерне для лівого шлуночка серця: у кроля –  $0,0161 \pm 0,0054$ , у собаки –  $0,0224 \pm 0,0076$ , у свині –  $0,0127 \pm 0,0056$ , у вівці –  $0,0136 \pm 0,0062$ , у ВРХ –  $0,0113 \pm 0,0068$ , у коня –  $0,0107 \pm 0,0074$ . Ядерно-цитоплазматичне відношення кардіоміоцитів правого шлуночка, порівняно з лівим шлуночком, достовірно більше: у кроля – у 1,5 раза, у собаки – у 1,23 раза, у свині та вівці – 1,61 раза, у ВРХ – 1,38 раза, у коня – у 1,48 раза. Найбільше ядерно-цитоплазматичне відношення характерне для кардіоміоцитів передсердь: у кроля –  $0,0389 \pm 0,0062$ , у собаки –  $0,0367 \pm 0,0105$ , у свині –  $0,0263 \pm 0,0097$ , у вівці –  $0,0430 \pm 0,0096$ , у ВРХ –  $0,0234 \pm 0,0058$ , у коня –  $0,0230 \pm 0,0066$ .

---

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абдул-Огли Л. В. Зміна лінійних розмірів серця і структурні особливості серцевої стінки людини в онтогенезі. *Вісник морфології*. 2003. № 2. С. 464–468.

2. Амосова К. М. Кардіоміопатії: сучасний погляд на питання класифікації, етіології, діагностики та диференціальної діагностики. *Серце і судини*. 2016. № 2(54). С. 7–18.

3. Анатомія свійських птахів : навч. посібник / Л. П. Горальський, В. Т. Хомич, Т. Ф. Кот, С. В. Гуральська ; під. ред. Л. П. Горальського, В. Т. Хомича. Житомир : Полісся, 2011. 252 с.

4. Анатомія свійських тварин : підручник / С. К. Рудик, Ю. О. Павловський, Б. В. Криштофорова та ін.; за ред. С. К. Рудика. Київ : Аграр. освіта, 2001. 575 с.

5. Анатомо-гістологічна будова та особливості морфометрії мозочка свійських птахів / Л. П. Горальський, І. М., Сокульський, Н. Л., Колеснік та ін. *Український журнал природничих наук*. 2024. № 8. С. 35–49.

6. Анатомія та особливості фізіології собак з основами дресирування: навч. посібник / Л. П. Горальський, В. Т. Хомич, Ю. С. Ших та ін. Вид. 2-ге. Житомир : Полісся, 2009. 448 с.

7. Анатомо-гістологічні аспекти еволюційної морфології спинномозкових вузлів *Vertebrates Animalium* / Л. П. Горальський, І. М., Сокульський, Н. Л., Колеснік та ін. *Український журнал природничих наук*. 2022. Випуск 1. С. 19–33.

8. Біологія собаки. Навчальний посібник / О. В. Іванова, М. І. Гиль/ під ред. О.Л. Трофименка. Миколаїв, 2010. 351 с.

9. Блеткин А. М., Борисов І. А., Симоненко В. Б. Ремоделювання лівого шлуночка при ускладнених формах

---

ішемічної хвороби серця. *Український кардіологічний журнал*. 2010. № 5. С. 71–80.

10. Боднар Я. Я., Трач-Росоловська С. В. Морфометричні показники міокарда лівого шлуночка щурів різного віку при експериментальному цукровому діабеті. *Здобутки клінічної та експериментальної медицини*. 2011. № 1(14). С. 28–33.

11. Вадзюк С. Н., Гук В. О. Особливості системи кровообігу в осіб з різною теплочутливістю. *Здобутки клінічної і експериментальної медицини*. 2023. № 1. С. 44–52.

12. Візір В. А., Попов В. В., Копіца Н. П. Біомаркери при серцевій недостатності – нові орієнтири лікувальної тактики? *Серце і судини*. Київ. 2011. № 2 (34). С. 17–19.

13. Внутрішні органи та серцево-судинна система людини / В.О. Гринчук, В. Х. Велемєць, В. С. Пикалюк, Т. Я. Шевчук. Луцьк: Надстир'я, 2005. 448 с.

14. Внутрішні хвороби тварин : підручник / В. І. Левченко, І. П. Кондрахін, В. В. Влізло та ін.; за ред. В. І. Левченка. Біла Церква, 2012. Ч. 1. 528 с.

15. Вовк Ю. М., Редякіна О. В. Краніометричні та краніотопографічні взаємовідношення стовбура мозку з утвореннями задньої черепної ямки у людей зрілого віку. *Клінічна анатомія та оперативна хірургія*. 2016. № 3(57), т. 15. С. 45–47.

16. Гавриш О. С., Кричкєвич В. А. Морфологічні особливості ішемізованої та позаішемічної зон міокарда в пацієнтів з хронічною ішемічною хворобою серця. *Український кардіологічний журнал*. 2015. № 6. С. 44–52.

17. Гавриш О. С., Кричкєвич В. А. Скоротливий міокард ішемізованої ділянки лівого шлуночка при хронічній коронарній недостатності. *Кровообіг та гемостаз*. 2013. №1. С. 37–43.

---

18. Гавриш О. С., Кричкевич В.А. Провідні механізми загибелі кардіоміоцитів ішемізованої та позаішемічної зон міокарда при хронічній ішемічній хворобі серця. *Український кардіологічний журнал*. 2015. Дод. 1. С. 89.

19. Гістологічна структура міокарду шлуночків серця та паренхіми легень великої рогатої худоби / Л. П. Горальський, М. Р. Рагуля, Н. М. Глухова, І. М. Сокульський. *Біоморфологія XXI століття* : матеріали XIV Міжнар. наук. конф., присвяч. 100-річчю з часу заснування кафедри анатомії, гістології і патоморфології тварин ім. акад. В. Г. Касьяненка Нац. університету біоресурсів і природокористування України (23-24 вересня 2021 р.). Київ, 2021. С. 14.

20. Гістологія людини : підручник / О. Д. Луцик, А. Й. Іванова, К. С. Кабак та ін. Київ : Книга-плюс, 2013. 584 с. 12

21. Гістологія свійських тварин : навч. посібник / Л. П. Горальський, В. Т. Хомич, І. М. Сокульський та ін.; під ред. Л. П. Горальського, В. Т. Хомича. Житомир : ЖНАЕУ. 2020. 296 с.

22. Гістологія людини : навчальний посібник / О.Д. Луцик, А.І. Іванова, К.С. Кабак. Львів: Мир, 1992 400 с.

23. Гнатюк М. С., Коноваленко С. О., Гнатюк Л. В. Типи кровопостачання серця у різних видів дослідних тварин. *Здобутки клінічної та експериментальної медицини*: матеріали науково-практичної конференції. (Тернопіль, 4 червня 2009 р.). Тернопіль: Укрмедкнига, 2009. С. 116–117.

24. Гнатюк М. С., Слабий О. Б. Кількісна морфологічна оцінка адаптаційних та дизадаптаційних змін камер легеневого серця. *Актуальні питання патології за умов дії надзвичайних факторів на організм* : матеріали 19 наук.-практ. конф., 29–30 вересня 2016 р. Тернопіль : Вектор, 2016. С. 14–15.

---

25. Гнатюк М. С., Татарчук Л. В., Слабий О. Б. Морфометрична оцінка особливостей ремоделювання артерій шлуночків серця при пострезекційній артеріальній легеневої гіпертензії. *Вісник проблем біології і медицини*. 2011. Вип. 2(2). С. 57–60.

26. Гнатюк М. С., Слабий О. Б. Морфометрична оцінка особливостей ремоделювання камер легеневого серця з різними типами кровопостачання. *Здобутки клінічної і експериментальної медицини*. 2016. № 1. С. 17–20.

27. Гнатюк М. С., Слабий О. Б. Особливості структури артеріального русла легеневого серця з різними типами кровопостачання. *Вісник наукових досліджень*. 2015. № 2. С. 97–99.

28. Гнатюк М. С., Слабий О. Б., Гасюк П. А. Особливості ремоделювання камер серця залежно від типів центральної гемодинаміки. *Світ медицини і біології*. 2016. № 4(58). С. 124–127.

29. Гнатюк М. С., Слабий О. Б., Татарчук Л. В. Кількісна морфологічна характеристика серця з різними типами кровопостачання дослідних тварин. *Фундаментальна та клінічна медицина : матеріали наук.- практ. конф., 21–22 травня 2014 р. Київ : НМУ, 2014. С. 22–27.*

30. Гнатюк М. С. Татарчук Л. В., Слабий О. Б. Біохімічні та морфологічні аспекти вивчення ендотеліальної дисфункції при хронічному легеневого серці. *Медична хімія*. 2011. Т. 13, № 4. С. 199.

31. Гнатюк М. С., Слабий О. Б., Татарчук Л. В. Кількісний морфологічний аналіз деяких ультраструктур скоротливих кардіоміоцитів правого шлуночка легеневого серця. *Вісник наукових досліджень*. 2017. № 3(88). С. 119–123.

---

32. Гнатюк М. С., Татарчук Л. В. Слабий О. Б., Інформаційний аналіз структурної перебудови кардіоміоцитів при легеневому серці. *Здобутки клінічної і експериментальної медицини*. 2012. № 1. С. 176.

33. Гнатюк М. С., Слабий О. Б., Татарчук Л. В. Морфологічна характеристика артерій шлуночків серця з різними типами кровопостачання. *Клінічна анатомія та оперативна хірургія*. 2014. Т. 13, № 4 (50). С. 75–78.

34. Гнатюк М. С., Слабий О. Б., Татарчук Л. В. Особливості секреторної активності кардіоміоцитів передсердь у серцях з різними типами вегетативної регуляції. *Вісник наукових досліджень*. 2015. № 1. С. 109–111.

35. Гнатюк М. С., Слабий О. Б., Татарчук Л. В. Просторова характеристика камер серця дослідних тварин з різними типами вегетативної регуляції. *Biomedical and Biosocial Anthropology*. 2017. № 28. С. 35–39.

36. Гнатюк М. С., Слабий О. Б., Татарчук Л. В. Просторова характеристика камер серця дослідних тварин з різними типами вегетативної регуляції. *Biomedical and Biosocial Anthropology*. 2017. № 28. С. 35–39.

37. Гнатюк М. С., Слабий О. Б., Татарчук Л. В. Ядерно-цитоплазматичні відношення у кардіоміоцитах та ендотеліоцитах шлуночків легеневого серця. *Клінічна анатомія та оперативна хірургія*. 2016. Т. 15, № 1(55). С. 67–70.

38. Гнатюк М. С., Татарчук Л. В., Слабий О. Б. Інформативність макрометричних кардіопараметрів при екзогенних та ендогенних токсичних впливах на організм. *Довкілля і здоров'я* : матеріали наук.-прак. конф., 22–23 квітня 2016 р. Тернопіль : Укрмедкнига, 2016. С. 42.

39. Гнатюк М. С., Татарчук Л. В., Слабий О. Б. Особливості ремоделювання камер серця з різними типами

---

кровопостачання при артеріальній гіпертензії в малому колі кровообігу. *Вісник проблем біології і медицини*. 2016. Т. 2(129), вип. 2. С. 41–45.

40. Горальський Л. П. Гістоморфологія і гістохімія окремих імунних та некротворних органів при ретровірусних інфекціях (дослідження експериментального лейкозу рогатої худоби та інфекційної анемії коней) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра вет. наук : 16.00.02. Біла Церква, 2000. 36 с.

41. Горальський Л. П., Рагуля М. Р., Сокульський І. М. Анатомо-топографічна характеристика серця статевозрілого свійського собаки. *Наукові читання 2022. Еколого-регіональні проблеми сучасного тваринництва та ветеринарної медицини* : матеріали ІХ щорічної Всеукр. наук.-практ. конф., 17 листоп. 2022 р. Житомир : Поліський нац. університет, 2022. С. 50–55.

42. Горальський Л. П., Рагуля М. Р., Сокульський І. М. Макро- та мікроморфологія серця великої рогатої худоби (*Bos Taurus* L). *Ways of Science Development in Modern Crisis Conditions* : матеріали IV Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 8–9 червня 2023 р. Дніпро, 2023. С. 124–127.

43. Горальський Л. П., Радзиховський М. Л., Дишкант О. В. Мікроскопічна будова серця, органів кровотворення та імунного захисту собак за експериментального відтворення парвовірозу. *Наукові горизонти*. 2019. № 6(79). С. 9–14.

44. Горальський Л. П., Хомич В. Т., Кононський О. І. Основи гістологічної техніки і морфо функціональні методи досліджень у нормі та при патології : навч. посібник. Вид. 5-те. Житомир : ЖНАЕУ, 2019. 286 с.

45. Горват М. П., Данкович Р. С. Морфологічна характеристика органів дихання і травлення виноградного

---

равлика (*Helixromatia* L., 1758). *Науковий вісник ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького. Сер. Вет. науки*. 2020. Т. 22, № 97. С. 7–9.

46. Григор'єва О. А., Чернявський А. В. Динаміка товщини стінок шлуночків та міжшлуночкової перегородки серця шурів в ранньому післянатальному періоді в нормі та після внутрішньоплідного впливу дексаметазону. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2018. Т. 3, № 3(12). С. 12–15.

47. Григор'єва О. А., Чернявський А. В. Динаміка товщини стінок шлуночків та міжшлуночкової перегородки серця шурів в ранньому післянатальному періоді в нормі та після внутрішньоплідного впливу дексаметазону. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2018. Т. 3, № 3(12). С. 12–15.

48. Григор'єва О. А., Чернявський А. В. Морфометричні особливості шлуночків та міжшлуночкової перегородки серця шурів у нормі та після внутрішньоплідної дії антигену. *Вісник наукових досліджень*. 2018. № 2. С. 129–133.

49. Гуменна О. С. Онтогенетичне становлення парасимпатичної регуляції ритму серця у телят. *Вісник Білоцерківського державного аграрного університету*. 1997. Вип. 3. С. 46–47.

50. Гунас І. В., Стефаненко І. С. Оцінка непропорційно високої маси міокарда лівого шлуночка у спортсменів з різним характером тренувального навантаження та у осіб, які не займаються спортом професійно. *Вісник проблем біології і медицини*. 2011. Т. 2, вип. 2. С. 67–70.

51. Гуральська С. В. Морфофункціональна характеристика органів і тканин свиней при згодовуванні алуніту та каоліну : дис. ... канд. вет. наук : 16. 00. 02. Київ, 2006. 172 с.

---

52. Демус Н. В. Вікова залежність морфологічного статусу телиць, їх серця та артерій від типу автономної регуляції серцевого ритму : дис. ... канд. вет. наук : 16. 00. 02. Київ, 2011. 188 с.

53. Денисенко С. В, Денисенко М. В, Передера С. Б. Біоетичні особливості *використання лабораторних тварин в експерименті*. Вісник Укр. мед. стоматології. 2009.9(2). С. 39–44.

54. Джалілова Е. А, Пальтов Є. В, Кривко Ю. Я. Топографоанатомічні особливості будови грудної клітки і серця щурів в нормі та рентгеновазографія його судин. *Клінічна та експериментальна патологія*. 2010. № 9-3 (33). С. 34–37.

55. Джалілова Е. А., Кривко Ю. Я. Серце: гістологічна будова та гемомікроциркуляторне русло в нормі та на ранніх термінах стрептозотоцинового цукрового діабету. *Український морфологічний альманах*. 2012. Т. 10, № 2. С. 35–39.

56. Держинський М. Е., Пустовалов А. С., Варенюк І. М. Основи теорії еволюції : підручник. Київ : Київський ун-т, 2013. 431 с.

57. Довгаль Г. В. Особливості розвитку і будова папілярнотрабекулярного апарату серця людини в онтогенезі: автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.03.01. Харків, 2001. 15 с.

58. Довгаль Г. В., Козлов С. В., Яковець О. О. Хронологічні та топологічні особливості будови судинної системи шлуночків серця людини упродовж пренатального періоду онтогенезу. *Вісник проблем біології і медицини*. 2015. Вип. 4(1). Том 1 (124). С. 210–215.

59. Довідник з цитології, ембріології та гістології свійських твари / Л. П. Горальський, В. Т. Хомич,

---

І. М. Сокульський та ін.; під ред. Л. П. Горальського, В. Т. Хомича. Житомир : ЖНАЕУ, 2018. 260 с.

60. Дорохіна А. П., Манойленко І. Л., Ревенько Г. М. Проблеми здоров'я і тривалості життя в сучасних умовах. Київ : Здоров'я, 2017. 190 с.

61. Дорохіна А. П., Манойленко І. Л., Ревенько Г. М. Проблеми здоров'я і тривалості життя в сучасних умовах. К.: Здоров'я, 2017. 190 с.

62. Дуднік С. Серцево-судинні захворювання в Україні: прогнози – невтішні. *Ваше здоров'я*. 2015. № 1/2. С. 18–19.

63. Жаріков М. Ю. Морфофункціональний стан секреторних компонентів серця в нормі та експерименті. *Вісник проблем біології і медицини*. 2006. № 3. С. 94–97.

64. Жебель В. М., Лозинський С. Е. Від гіпертрофії лівого шлуночка до гіпертензивного серця. Зміна парадигми. *Український кардіологічний журнал*. 2011. № 6. С. 88–93.

65. Жураківська О. Я. Ультраструктурний стан міоендокринних клітин серця в нормі. *Галицький лікарський вісник*. 2003. № 2. С. 25–27.

66. Загальні етичні принципи експериментів на тваринах. Ендокринологія. 2003. Т.8, № 1. С. 142–145.

67. Загоруйко Г. Є., Загоруйко Ю. В. Вікові зміни розмірів і кількості кардіоміоцитів, їх ядер в процесі пренатального та раннього постнатального розвитку серця щурів. *Вісник проблем біології і медицини*. 2017. Вип. 4, т. 3, № 141. С. 304–311.

68. Закон України. Про захист тварин від жорстокого поводження (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2006, № 27, ст. 230). режим доступу. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3447-15#Text> (дата звернення: 14.02.2023).

---

69. Збільшення серця в окремі періоди онтогенезу / Л. М. Дугадко, М. Г. Руденко, І. А. Здіховський, В. Г. Черкас. *Теорія та практика сучасної морфології* : тез. доп. VII обл. наук. конф. морфологів (15-16 листоп. 1990 р.). Донецьк, 1990. С. 72–73.

70. Зозуля О. С. Закономірності розвитку та будови передсердношлуночкових клапанів серця в пре- і постнатальному онтогенезі: автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.03.01. Дніпропетровськ, 2007. 15 с.

71. Зозуля О.С. Особливості розвитку стулок передсердно-шлуночкових клапанів. *Морфологія*. 2007.Т.2, № 2. С. 54–58.

72. Зоологія хордових : підручник / Й. В. Царук, І. С. Хамар, І. В. Дикий та ін.; за ред. Й. В. Царика. Вид. 2-ге. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2018. 356 с.

73. Ільїна Ю. Ю., Перелигіна Л. А., Приходько Ю. О. *Основи біології людини: підручник*. Х.: НУЦЗУ, 2019. 279 с.

74. Кількісна морфологічна характеристика деяких ультраструктур кардіоміоцитів шлуночків легеневого серця / М. С. Гнатюк, О. Б. Слабий, Л. В. Татарчук, Ю. О. Данилевич. *Світ медицини та біології*. 2015. № 2(50). С. 124–126.

75. Клінічна анатомія сухожилкових струн серця / В. О. Козлов, В. Ф. Шаторна, В. Г. Дзяк, О. О. Шевченко. *Вісник морфології*. 2004 № 10 (1). С. 80–83.

76. Коваленко В. М., Корнацький В. М. Динаміка стану здоров'я народу України та регіональні особливості : аналіт.-стат. посібник. Київ : Нац. науковий центр «Інститут кардіології ім. акад. М. Д. Стражеска», 2012. С. 35–89.

77. Коваленко В. М., Корнацький В. М. Стрес і хвороби системи кровообігу. Київ : Здоров'я, 2015. 207 с.

---

78. Коврига М. Ф. Гістостереометрична характеристика частин міокарда залежно від типів центральної гемодинаміки. *Вісник наукових досліджень*. 2014. № 1. С. 80–82.

79. Ковтун М. Ф., Шевердюкова Г. В. Онтогенез і філогенез тварин: природа, еволюція, взаємозв'язок, мінливість, сутність : монографія. Київ. Наук. думка, 2023. 208 с.

80. Козак Д. В. Вегетативна регуляція серцевого ритму та стан центральної гемодинаміки в динаміці політравми. *Здобутки клінічної та експериментальної медицини*. 2014. № 1 (20). С. 56–59.

81. Козлов В. О., Дзяк В. Г. Сухожилкові струни серця : навч.-метод. посібник / В. О. Козлов, В. Г. Дзяк. Д. : ПП "Ліра ЛТД", 2006. 127 с.

82. Коновалов В. С., Коваленко В. П., Недвига М. М. Генетика сільськогосподарських тварин. Київ: Урожай, 1996. 336 с.

83. Костиленко Ю. П., Степанчук А. П. Трабекулярні утворення та сухожильні хорди лівого шлуночка серця людини. *Вісник морфології*. 2010. Т. 16, № 1. С. 66–70.

84. Костюк В. К., Левчук В. С. Анатомія свійських тварин (Комплекс кодопосібників). К.: Аграрна освіта. 2001. 182 с.

85. Кошарний В. В. Використання новітніх технологій в морфологічних дослідженнях. *Вісник проблем біології і медицини*. 2009. № 3. С. 135–140.

86. Кошарний В. В. Зміни серця щурів при дії НВЧ – випромінювання в експерименті. *Вісник морфології*. 2004. № 3. С. 37–39.

87. Кошарний В.В. Використання новітніх технологій в морфологічних дослідженнях. *Вісник проблем біології і медицини*. 2009. Вип. 3. С. 135–139.

---

88. Крахмалова О. О., Шторх В. В., Гетьман О. А. Хронічне обструктивне захворювання легень і супутні патологічні стани. Особливості порушень ритму серця. *Український терапевтичний журнал*. 2016. № 2. С. 119–123.

89. Криштофорова Б. В. Морфофункціональний стан імунних утворів у новонароджених ссавців за дії ендоекзогенних чинників. *Вісн. держ. вищ. навч. закл. «Державний агроекологічний ун-т»*. Житомир, 2008. №1 (21), Т. 1. С. 14–18.

90. Криштофорова Б. В., Лемещенко В. В., Стегней Ж. Г. Біологічні основи ветеринарної неонатології / за ред. Б.В. Криштофорової. Сімферополь: «Терра Таврика», 2007. 368 с.

91. Криштофорова Б. В., Лемещенко В. В., Стегней Ж. Г. Морфологічні критерії новонароджених тварин у проблемі підвищення їх життєздатності в умовах сучасної екосистеми. *Науковий вісник НУБіП України. Вет. медицина, якість і безпека продукції тваринництва*. 2012. Вип. 172, ч. 1. С. 82–86.

92. Кульчицкий К. І., Роменський О. Ю. Порівняльна анатомія та еволюція кровоносних судин серця. Київ : Здоров'я, 1985. 176 с.

93. Лишневська В. Ю., Ігрунова К. Н., Коберник Н. М. Чинники, що сприяють розвитку систолічної хронічної серцевої недостатності та активації апоптозу в пацієнтів похилого віку, які перенесли інфаркт міокарда із зубцем Q. *Серце і судини*. 2010. № 2(30). С. 15–19.

94. Луцик О. Д., Чайковський Ю. Б. Гістологія. Цитологія. Ембріологія : підручник. Вінниця : Нова Книга, 2018. 592 с.

95. Луцик О. Д., Іванова А. Й., Кабак К. С. Гістологія людини. Львів : Мир, 1993. 398 с.

---

96. Лябах К. Г. Регуляція кисневого режиму клітини, основана на дифузії. *Фізіологічний журнал*. 2019. Т. 65, № 3. С. 12–21.

97. Маєвський О. Є. Моделювання нормативних індивідуальних сонографічних розмірів серця у здорових дівчат Поділля в залежності від антропо-соматотипологічних показників. *Вісник проблем біології і медицини*. 2011. Вип. 2, т. 2. С. 169–173.

98. Мазуркевич Т. А., Хомич В. Т. Особливості локалізації лімфоїдної тканини в імунних утвореннях стінки кишечника, дивертикулі меккеля і сліпокишкових дивертикулах качок. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2017. № 19(82). С. 30–35.

99. Малов А. Є., Васильєв В. А., Кірюкулов Г. С. Устя вінцевих артерій і угли відходження їх проксимальних сегментів у сформованих серцях і при подвійному виході магістральних судин з правого шлуночка. *Вісник проблем біології і медицини*. 2011. Вип. 2, т. 2. С. 179–182.

100. Мамедов М. Н., Горбунов В. М., Кисельова Н. В. Особливості структурно-функціональних змін міокарда та гемодинамічних порушень у хворих з метаболічним синдромом: внесок артеріальної гіпертонії у формування сумарного коронарного ризику. *Кардіологія*. 2005. № 11. С. 11–16.

101. Медведик Л. О., Соломенчук Т. М., Кузик П. В. Дилатаційна кардіоміопатія токсичного генезу: клініко-морфологічні паралелі. *Український медичний часопис*. 2005. № 2. С. 52–55.

---

102. Мельник О.П., Костюк В.В., Шевченко П.Г. *Анатомія риб : підручник / під ред. О. П. Мельника*. Київ : Центр учбової літератури, 2008. 624 с.

103. Міжнародна ветеринарна гістологічна номенклатура / В. Т. Хомич, Т. А. Мазуркевич, Н. В. Дишлюк та ін. Київ : НУБіП, 2019. 276 с.

104. Міжнародна ветеринарна анатомічна номенклатура : навч. посібник / В. Т. Хомич, В. С. Левчук, Л. П. Горальський та ін. Вид. 2-е. Житомир : Полісся, 2012. 390 с.

105. Мікроморфологія серця статевозрілого свійського коня / Л. П. Горальський, І. М. Сокульський, М. Р. Рагуля, Н. Л. Колеснік. *Сучасний стан розвитку ветеринарної медицини, науки і освіти : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 35-річчю заснування факультету вет. медицини, 12-13 жовтня 2022 р.* Житомир : Поліський нац. університет, 2022. С. 39–42.

106. Мікроскопічна будова та морфометрія кардіоміоцитів міокарду статевозрілих кролів / Л. П. Горальський, М. Р. Рагуля, І. М. Сокульський, І. Ю. Горальська. *Вирішення сучасних проблем у ветеринарній медицині : матеріали VI Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф., 15-16 лютого 2021 р.* Полтава : Укрпромторгсервіс, 2021. С. 23–25.

107. Міц І. Р., Денефіль О. В., Андріїшин О. П. Морфологічні зміни внутрішніх органів у тварин різної статі, які зазнали хронічного стресу. *Вісник наукових досліджень*. 2016. Т. 3. С. 107–110.

108. Мішалов В. Д., Чайковський Ю. Б., Твердохліб І. В. Про правові, законодавчі та етичні норми і вимоги при виконанні наукових морфологічних досліджень. *Морфологія*. 2007. Т. 1, № 2. С. 108–115.

---

109. Морфогенез зовнішньої форми та внутрішньої будови серця про-тягом філо- та онтогенезу / В. О. Козлов, С. Б. Крамар, Д. І. Назарова та ін. *Карповські читання* : тези доп. Першої Всеукр. наук. конф., 18-21 травня 2004 р. Дніпропетровськ : Пороги, 2004. С. 26–30.

110. Морфогенетичні паралелі розвитку серця та плаценти в нормі та формування пороків розвитку серця при порушенні формування плаценти / В. В. Кошарний, Л. В. Абдул-Огли, И. А. Дем'яненко, Е. С. Снисар. *Вісник проблем біології і медицини*. 2011. Вип. 2, т. 2. С. 145–148.

111. Морфологічні особливості серця статевозрілої великої рогатої худоби / Л. П. Горальський, М. Р. Рагуля І. М. Сокульський Н. Л. Колеснік. *Актуальні аспекти розвитку ветеринарної медицини в умовах євроінтеграції* : зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф. (14–15 вересня 2023 р.). Одеса, 2023. С. 120–123.

112. Морфологічні та морфометричні особливості будови серця великої рогатої худоби / Л. П. Горальський, М. Р. Рагуля, І. М. Сокульський та ін. *Науковий вісник ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького. Сер. Вет. науки*. 2021. Т. 23, № 103. С. 145–151. doi: 10.32718/nvlvet10320

113. Морфологія сільськогосподарських тварин / В. Т. Хомич, С. К. Рудик, В. С. Левчук та ін.; за ред. В. Т. Хомича. Київ : Вища освіта, 2003. 527 с. 81

114. Морфологія сільськогосподарських тварин (у схемах) [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом підготов. "Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва" / В. О. Іванов, В. К. Костюк, В. В. Самойлюк. Херсон : Олді-плюс, 2012. 190 с.

---

115. Морфологія собаки : навч. посібник / В. Т. Хомич, Л. П. Горальський, Ю. С. Ших та ін.; за ред. В.Т. Хомича. Вид. 2-ге, випр. і допов. Житомир : ЖНАЕУ, 2020. 508 с.

116. Морфометричні показники міокарда щурів при дії загальної гіпотермії / М. С. Беліменко, В. В. Кошарний, Л. В. Абдул-Огли, Г. О. Козловська. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2021 Т. 6, № 2(30). С. 31–36. DOI: 10.26693/jmbs06.02.031

117. Морфометрія серця великої рогатої худоби / Л. П. Горальський, М. Р. Рагуля, І. М. Сокульський, І. Ю. Горальська. *Наука, освіта і суспільство: нові дослідження і перспективи* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 6 травня 2022 р. Полтава : ЦФЕНД, 2022. С. 45–46.

118. Морфометрія серця статевозрілої свійської собаки / Л. П. Горальський, М. Р. Рагуля, І. М. Сокульський, І. Ю. Горальська. *Ветеринарна медицина: сучасні виклики і актуальні про блеми науки, освіти та продовольчої безпеки* : матеріали Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. (9–10 червня 2022 р.). Житомир : Поліський нац. університет, 2022. С. 104–108.

119. Морфометрія серця теличок чорно-рябої породи залежно від типу автономної регуляції серцевого ритму / Л. П. Горальський, Н. В. Демус, І. М. Сокульський, Н. Л. Колеснік. *Науковий вісник ветеринарної медицини*. 2017. № 2. С. 31–36.

120. Назарова Д. І. Філогенетичні перетворення внутрішнього рельєфу серця. *Таврический медико-биологический вестник*. 2008. Т. 11, № 3. С. 89–92.

121. Назарова Д. І., Філімонова Л. А. Формоутворення серця в філогенезі. *Таврический медико-биологический вестник* 2006. Т. 9, № 3. С. 125–129.

---

122. Непомнящих Л. М. Структурная реорганизация миокарда при экспериментальных экологических воздействиях. *Морфология*. 2003. Т. 112, № 6. С. 18–24.

123. Ничипорук С. М., Радзиховський М. Л., Гутий Б. В. Огляд: евтаназія і способи евтаназії тварин. *Наук. вісник Львівського нац. університету вет. медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького*. 2022. Т. 24, № 105. С. 141–148. Doi: 10.32718/nvlvet10520

124. Новак В. П., Бичков Ю. П. Пилипенко М. Ю. Цитологія, гістологія, ембріологія : підручник / за заг. ред. В. П. Новака. Вид. 2-е, змінене і допов. Київ : Дакор, 2008. 512 с.

125. Новак В. П., Мельниченко А. П. Цитологія, гістологія, ембріологія : навч. посібник. Біла Церква : БДАУ, 2005. 256 с.

126. Новак В. П., Пилипенко М. Ю., Бичков Ю. П. Цитологія, гістологія, ембріологія. Підручник / За ред. В.П. Новака. К.: Віра, 2001. 288 с.

127. Оганов Р. Г. Профилактическая кардиология: от гипотез к практике. *Кардиология*. 2006. Т. 39, № 2. С. 4–10.

128. Особливості мікроскопічної будови паренхіми легень та міокарду шлуночків серця у великої рогатої худоби / Л. П. Горальський, І. М. Сокульський, Н. М. Глухова, М. Р. Рагуля. *Актуальні питання судової ветеринарії, морфології та патоморфології* : зб. тез доповідей Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 17–18 червня 2021 р. Одеса, 2021. С. 24–26.

129. Особливості морфо архітектоніки легень статевозрілого коня (*Equus Ferus caballus* L., 1758) / Л. П. Горальський, Н. М. Глухова, І. М. Сокульський, Н. Л. Колеснік. *Науковий вісник ветеринарної медицини*. 2022. № 2. С. 76–88.

---

130. Особливості морфоархітекτονіки та морфометрії серця кроля (*Oryctolagus Cuniculus* L. 1758) / М. Рагуля, Л. Горальський, І. Сокульський, Н. Колеснік. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2023. № 108. С. 51–62. DOI: 10.37000/abbsl.2023.108.07

131. Пауков В. С., Гавриш А. С., Кричкєвич В. А. Функциональная морфология ишемической кардиомиопатии. *Архів патології*. 2014. № 6. С. 12–21.

132. Пентелейчук Н. П. Морфологічна будова сухожилкових струн мітрального та тристулкового клапанів серця плодів людини в нормі. *Вісник проблем біології і медицини*. 2015. № 2(1). Р. 251–255.

133. Пентелейчук Н. П. Морфологія нормально розташованих сухожилкових струн мітрального та тристулкового клапанів серця людини. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Біологія*. 2014. № 36. С. 63–68.

134. Петрук Н. С., Твердохліб І. В. Сучасна концепція розвитку спеціалізованих міжклітинних з'єднань кардіоміоцитів. *Морфологія*. 2009. Т. 111, № 2. С. 6–13.

135. Пикалюк В. С., Османов А. Ю. Філо-, онтогенез органів і систем людини. Сімферополь, 2011. 312 с. 14

136. Пішака В. П., Бажори Ю. І. Медична біологія : підручник. / За ред. В.П. Пішака, Ю.І. Бажори. Підручник. Вінниця: Нова книга, 2017. 608 с.

137. Погорелова О. С. Гістоморфометрична характеристика міокарду молодих шурів в умовах техногенних мікроелементозів. *Таврійський медико-біологічний вісник*. 2006. Т. 9, №3. С. 134–135.

138. Погорелова О. С. Масометричні характеристики серця шурів в умовах експериментальних техногенних мікроелементозів. *Актуальні питання експериментальної та*

---

*клінічної медицини* : міжнар. наук.- практ. конф., 19-21 квітня 2006 р. : тези доп. уми, 2006. С. 46–47.

139. Погорелова О. С. Структурно-метаболичні зміни сердець щурів різного віку в нормі та в умовах експериментальних мікроелементозів. *Морфологія*. 2008. Т. II, № 2. С. 47–55.

140. Покотило В. Ю, Галюк У. М, Матешук-Вацеба Л. Р. Морфологічні особливості міокарда та його гемомікроциркуляторного русла на світлооптичному рівні за умов перебігу експериментальної опіїдної інтоксикації. *Вісник проблем біології і медицини*. 2017. Vol. 4-2, No. 140. P. 123–128.

141. Про ратифікацію Європейської конвенції про захист домашніх тварин : Закон України від 18 вересня 2013 р. № 578-VII (578-18). URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994\\_a15#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_a15#Text) (дата звернення: 14.02.2023).

142. Профілактика хвороб тварин. Навчальний посібник. / М. О. Захаренко, Л. В. Польовий, О. С. Яремчук та ін. Київ, 2013. 684 с.

143. Рагуля М. Р. Особливості гістометрії міокарду шлуночків серця у жуйних та коней. *Наукові читання 2020». Еколого-регіональні проблеми сучасного тваринництва та ветеринарної медицини* : матеріали VIII всеукр. наук.-практ. конф., 17 листоп. 2021 р. Житомир : Поліський нац. університет, 2021. С. 147–150.

144. Рагуля М. Р., Горальський Л. П., Сокульський І. М. Анатомо-гістологічна будова серця статевозрілого кроля. *Наукові читання 2023. Еколого-регіональні проблеми сучасного тваринництва та ветеринарної медицини* : матеріали X щорічної Всеукр. наук.-практ. конф. (16 листоп.

---

2023 р.). Житомир : Поліський нац. університет, 2023. С. 38–41.

145. Рагуля М. Р., Горальський Л. П., Сокульський І. М., Колеснік Н. Л., Гутий Б. В. Анатомо-морфологічні особливості серця свійської собаки (*Canis lupus familiaris* L., 1758). *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Серія. Ветеринарні науки*. 2024. Т. 26, № 113. С. 93–101.

146. Рагуля М. Р., Горальський Л. П., Сокульський І. М. Морфофункціональна характеристика серця великої рогатої худоби – *Bos Taurus Taurus* L. Науково-практична конференція науково-педагогічних працівників, докторантів та аспірантів «*Наукові читання 2023. Проблеми та перспективи розвитку тваринництва і ветеринарії в умовах євроінтеграції*», 23 травня 2023 року. Житомир: Поліський національний університет, 2023. С. 151–155.

147. Рагуля М. Р., Горальський Л. П., Сокульський І. М. Морфофункціональна характеристика серця барана свійського – *Ovis Aries* L. *Сучасні аспекти лікування і профілактики хвороб тварин* : матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції, присвяченої 65-річчю з дня народження професора П. І. Локеса. (19–20 жовтня. 2023 р.). Полтава : ПДАУ, 2023. С. 143–146.

148. Редька І. В. Характеристика взаємозв'язку морфологічних параметрів серця та антропометричних показників слабозорих дітей дошкільного віку. *Вісник морфології*. 2007. № 2. С. 392–396.

149. Розвиток та будова структур серцево-судинної системи: теоретичні та практичні аспекти вивчення. Ч. 1 / О. С. Проценко, О. В. Шаповал, А. А. Тесленко, Д. А. Ворона. *Актуальні проблеми сучасної медицини*. 2020. Вип. 6. С. 93–107.

---

150. Ромашева Є. П., Давидкін І. Л. Особливості ремоделювання лівого шлуночка у хворих на хронічну ниркову недостатність, які отримують лікування амбулаторним гемодіалізом. *Терапевтичний архів*. 2009. № 1. С. 21–24.

151. Рудик С. К. Курс лекцій з порівняльної анатомії. Київ : Акад. наук вищої школи України, 2004. 108 с.

152. Секреторна активність кардіоміоцитів передсердь при легеневому серці / М.С. Гнатюк, Л.В. Татарчук, С.О. Коноваленко, О.Б. Ясіновський. *Галицький лікарський вісник*. 2010. № 2. С. 46–48.

153. Симівська Р. Р. Макро-, мікро- та ультраструктурна організація тристулкового та двостулкового клапанів серця білого щура. *Клінічна анатомія та оперативна хірургія*. 2018. № 17(4). С. 24–29.

154. Симівська Р. Р. Морфологічні особливості клапанних апаратів серця людини й експериментальних тварин у нормі та за умов впливу патогенних чинників. *Праці НТШ. Медичні науки*. 2018. № 54(2). С. 26–32.

155. Система структурно-функціональних одиниць міокарда при експериментальних воздействиях / М. А. Нетлюх, А. А. Цегельський, П. Д. Гордий, У. М. Галюк. *Тези доп. XI з'їзду анатомів, гістологів та ембріологів і топографоанатомів України*. Полтава, 1992. С. 168.

156. Сікора В. З., Ярмоленко О. С. Вікові особливості морфофункціональних перетворень міокарда в нормі та в умовах впливу ушкоджувальних чинників (огляд літератури). *Журнал клінічних та експериментальних медичних досліджень*. 2013. Vol. 1, №3. С. 263–274.

157. Сікора В. З., Погорелова О. С. Морфометричні показники та хімічний склад міокарда щурів в умовах підвищеного споживання солей важких металів. *Вісник*

---

Вінницького національного медичного університету. 2006. № 10(2). С. 364–366.

158. Сікора В. З., Ярмоленко О. С. Вікові особливості морфофункціональних перетворень міокарда в нормі та в умовах впливу ушкоджуючих чинників (огляд літератури). *Журнал клінічних та експериментальних медичних досліджень*. 2013. № 3. С. 263–274.

159. Сікора В. З., Ярмоленко О. С. Вікові особливості морфофункціональних перетворень міокарда в нормі та в умовах впливу ушкоджуючих чинників (огляд літератури). *Журнал клінічних та експериментальних медичних досліджень*. 2013. № 3. С. 263–274.

160. Сілкіна Ю. В. Гістоархітектоніка міокарда Rana Temporaria на етапах кардіогенезу. *Морфологія*. 2004. Т. 9, № 3. С. 29–32.

161. Сілкіна Ю. В. Морфогенез просторової організації міокарда в філогенетичному аспекті : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук : 14.03.09. Сімферополь, 2005. 21 с.

162. Сілкіна Ю. В. Розвиток провідної системи в ембріональному серці людини. *Вісник проблем біології і медицини*. 2011. Вип. 2, т. 2. С. 249–250.

163. Сілкіна Ю. В. Формування структурних компонентів міокарда як результат реалізації пошукових реакцій клітин-мігрантів. *Морфологія*. 2008. Т. 1, № 1. С. 106–110.

164. Сілкіна Ю. В., Єрошенко Г. А. Особливості формування атріовентрикулярної частини провідної системи серця людини. *Світ медицини та біології*. 2014. № 2(44). С. 166–168.

---

165. Сіренко, Ю. М. Стан проблеми серцево-судинної захворюваності та смертності в Україні. *Ліки України*. 2022. № 2(258). С. 11–14.

166. Слабий О. Б. Кількісна морфологія гіпертрофованого серця. *Вісник наукових досліджень*. 2017. № 4. С. 6–8. DOI: 10.11603/2415-8798.2017.4.8169.

167. Слабий О. Б. Кількісна морфологія гіпертрофованого серця. *Вісник наукових досліджень*. 2017. № 4. С. 6–9.

168. Слабий О. Б. Морфогенез пострезекції легеневого серця. *Шпитальна хірургія. Журнал ім. Л. Я. Ковальчука*. 2017. № 3. С. 109–113. Слабий О. Б. Морфогенез пострезекції легеневого серця. *Шпитальна хірургія. Журнал ім. Л. Я. Ковальчука*. 2017. № 3. С. 109–113.

169. Слабий О. Б. Ядерно-цитоплазматичні відношення у кардіоміоцитах та ендотеліоцитах передсердь легеневого серця. *Здобутки клінічної та експериментальної медицини*. 2016. № 4. С. 103–106.

170. Слабий О. Б., Гнатюк М. С. Дослідження структурних змін у шлуночках легеневого серця поляризаційною мікроскопією. *Здобутки клінічної та експериментальної медицини*. 2016. № 3. С. 73–76.

171. Слабий О. Б., Гнатюк М. С. Морфометрична оцінка структурної перебудови передсердь легеневого серця. *Вісник наукових досліджень*. 2016. № 1. С. 102–104.

172. Слабий О. Б., Гнатюк М. С. Просторова перебудова камер серця при артеріальній гіпертензії у малому колі кровообігу. *Вісник наукових досліджень*. 2016. № 3. С. 98–100.

173. Слабий О. Б., Гнатюк М. С., Татарчук Л. В. Морфометричний аналіз змін ультраструктур кардіоміоцитів шлуночків серця при пострезекційній легеневій артеріальній

---

гіпертензії. *Галицький лікарський вісник*. 2013. Т. 20, № 1. С. 31–33.

174. Слабий О. Б., Гнатюк М. С., Татарчук Л. В. Ядерно-цитоплазматичні відношення в ендотеліоцитах артеріального і венозного русел передсердь легеневого серця. *Здобутки клінічної та експериментальної медицини*: матеріали науково-практичної конференції (Тернопіль, 7 травня 2018 р.). Тернопіль: Укрмедкнига, 2018. С. 267–268.

175. Слабий О. Б., Татарчук Л. В., Гнатюк М. С. Масометрична характеристика камер серця дослідних тварин з різними типами вегетативної регуляції. *Клінічна анатомія та оперативна хірургія*. 2017. Т. 16, № 1(59). С. 107–110.

176. Слабий О. Б., Татарчук Л. В., Гнатюк М. С. Масометрична характеристика камер компенсованого та декомпенсованого легеневого серця. *Вісник наукових досліджень*. 2016. № 2. С. 76–78.

177. Слабий О. Б., Татарчук Л. В., Гнатюк М. С. Морфометричний аналіз змін деяких ультраструктур кардіоміоцитів камер легеневого серця. *Вісник наукових досліджень*. 2016. № 4. С. 122–125.

178. Спеціальна гістологія і ембріологія внутрішніх органів : навч. посібник / Е. Ф. Барінов, Ю. Б. Чайковський, О. М. Сулаєва та ін.; за ред. Е. Ф. Барінова, Ю. Б. Чайковського. Київ : Медицина, 2013. Кн. 3, ч. 2. 472 с.

179. Спланхнологія. Серцево-сідинна система: навчальний посібник / В. Г. Ковешніков, В. З. Сікора, В. С. Пикалюк та ін.; за заг. Редакцією проф. В. З. Сікори. Суми: вид-во СумДУ, 2010. 134 с.

180. Стахурська І. О. Характеристики морфологічних параметрів камер серця щурів різної статі за умов інтоксикації нітритом натрію. *Вісник морфології*. 2015. Т. 21, № 2. С. 335–340.

---

181. Стахурська І. О., Пришляк А. М. Морфометрична характеристика камер серця тварин різної статі. *Вісник проблем біології і медицини*. 2014. Вип. 1(106). С. 269–272.

182. Степанчук А. П. Морфометричне дослідження передсердношлуночкових клапанів у нормі. *Вісник проблем біології і медицини*. 2012. Вип. 3, Т. 1 (94). С. 162–165.

183. Степанчук А., Ю. Костиленко Ю. Трабекулярні утвори та сухожилкові хорди лівого шлуночка серця людини. *Вісник морфології*. 2010. Т. 16, № 1. С. 66–70.

184. Степанчук А.П. Анатомія внутрішнього рельєфу порожнин серця в нормі. *Світ медицини та біології*. 2008. № 1. С. 31–33.

185. Татарчук Л. В. Гістостереометричне вивчення особливостей структурних змін міокарда при пострезекційній легеневої артеріальній гіпертензії. *Наук. вісник Ужгородського університету. Сер. Медицина*. 2010. Вип. 39. С. 27–30.

186. Татарчук Л. В. Морфометричний аналіз ремоделювання камер серця після пульмонекомії. *Здобутки клінічної і експериментальної медицини*. 2010. № 2. С. 123–126.

187. Трач–Росоловська С. В. Морфометрична оцінка ремоделювання серця щурів різного віку в динаміці стрептозотоцин-індукованого цукрового діабету. *Вісник експериментальних досліджень*. 2011. № 3. С. 91–95.

188. Філогенетичні процеси в популяціях свиней європейського і азіатського походження / А. М. Хохлов, А. С. Федяєва, І. І. Гончарова, О. Б. Шевченко. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. № 127. С. 185–196. DOI 10.32900/2312-8402-2022-127-185-196

189. Хара М. Р., Лепявко А. А. Вікові та статеві особливості перебігу серцево-судинної патології. Огляд

---

літератури. Здобутки клінічної і експериментальної медицини. 2009. № 2. С. 9–14.

190. Хомич В. Т., Горальський Л. П., Ших Ю. С. Морфологія собаки : навч. посібник / за ред. В. Т. Хомича. Житомир : Рута, 2013. 472 с.

191. Цитологія, гістологія і ембріологія. Частина І (Комплект кодопосібників). Хомич В. Т., Калиновська І. Г., Мазуркевич Т. А., Дишлюк Н. В. / за заг. Ред. Хомича В.Т. К.: Аграрна освіта. 2004. 199 с.

192. Цитологія, загальна гістологія та ембріологія: Практикум: Навч. посібник / В. К. Напханюк, В. А. Кузьменко, С. П. Заярна, О. А. Ульяновцева; За ред. В. К. Напханюка. – Одеса: Одес. держ. мед. ун-т, 2002. 218 с.

193. Чеботар Л. Д., Цебржинський О. І. Морфологічний стан тканин серця щурів та життєвий цикл їх клітин в умовах довготривалої гіпофункції гіпофізу. *Вісник проблем біології і медицини*. 2011. Випуск 2. Т. 2. С. 287–289.

194. Шаров В.Г. Ультраструктура міокарда. Руководство по кардиологии. Медицина, 1982. Т. 1. С. 36–48.

195. Шаторна В. Ф., Савенкова О. О., Козловська Г. О. Формування папілярно-трабекулярного апарату серця людини на ранніх етапах кардіогенезу. *Вісник проблем біології і медицини*. 2011. Вип. 2, т. 2. С. 298–300.

196. Шевченко І. В. Морфологічні основи морфогенезу серця у ранньому постнатальному розвитку в нормі. *Вісник проблем біології і медицини*. 2018. Вип.3 (145). С. 340–344. DOI 10.29254/2077-4214-2018-3-145-340-344

197. Шевченко К. М. Кількісна оцінка морфологічних змін передсердного міокарда щурів за умов впливу гіпоксії протягом пренатального онтогенезу. *Вісник проблем біології і медицини*. 2015. Вип. 3, т. 1(122). С. 318–323.

---

198. Шевченко І. В. Морфологічні основи морфогенезу серця у ранньому постнатальному розвитку в нормі. *Вісник проблем біології і медицини*. 2018. Вип. 3. С. 340–344.

199. Шевчук Т. І., Піскун Р. П., Власенко Т. Б. Зміна морфометричних характеристик судин серця при експериментальній дисліпопротеїдемії. *Світ медицини і біології*. 2017. № 3 (61). С. 154–157.

200. Шляхи регенерації міокарда / О. І. Дельцова, С. Б. Геращенко, Ю. Б. Чайковський, Ю. В. Сілкіна. *Серце і судини*. 2012. № 2. С. 96–101.

201. Шпонька І. С., Козлов С. В. Інформаційний аналіз неоднорідності стінки серця упродовж онтогенезу. *Вісник проблем біології і медицини*. 2011. Вип. 2, т. 2. С. 316–317.

202. Штутін А. А., Дмитрієв А. В., Зенін О. К. Структурний кількісний критерій норми інтраорганного артеріального русла серця людини. *Вісник наукових досліджень*. 2006. № 3. С. 69–71.

203. Шутка Б. В., Жураківська О. Я. Стан міоендокринних клітин серця в нормі і при патології. *Галицький лікарський вісник*. 2003. Т. 10, № 3. С. 140–145.

204. Що таке серце? Анатомія, функція, патофізіологія та неправильні уявлення / Г. Д. Бакберг, Н. К. Нанда, К. Нгуєн, М. Дж Кочіца. *Journal of cardiovascular development and disease*. 2018. Vol. 5, No 2. 33 p. <https://doi.org/10.3390/jcdd5020033>

205. A cardiac myocyte vascular endothelial growth factor paracrine pathway is required to maintain cardiac function / F. J. Giordano, H. P. Gerber, S. P. Williams et. al. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2001. Vol. 98, № 10. P 5780–5785. <https://doi.org/10.1073/pnas.091415198>

---

206. A comparative investigation of the morphologic relationship between true Chordae tendineae and false Chordae tendineae of the left ventricle in different species/ D. Ozbag, P. Kervancioğlu, B. Saruhan. *Turk J Vet AnimSci*. 2003. №27. P. 133–140.

207. A comprehensive analysis of bilaterian mitochondrial genomes and phylogeny / M. Bernt, C. Bleidorn, A. Braband et al. *Molecular phylogenetics and evolution*. 2013. Vol. 69, № 2. P. 352–364. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2013.05.002>

208. Ad N., Snir E., Vidne B. Histologic atrial myolysis is associated with atrial fibrillation after cardiac operation. *The Annals of thoracic surgery*. 2011. Vol. 72, № 3. P. 688–693.

209. Advances in porcine genomics and proteomics--a toolbox for developing the pig as a model organism for molecular biomedical research / E. Bendixen, M. Danielsen, K. Larsen, C. Bendixen et. al. *Briefings in functional genomics*. 2010. Vol. 9, № 3. P. 208–219. <https://doi.org/10.1093/bfpg/elq004>

210. Agnisola C., Tota B. Structure and function of the fish cardiac ventricle: flexibility and limitations. *Cardioscience*. 1994. Vol. 5, № 3. P. 145–153.

211. Aho Eija, Vornanen Matti. Contractile properties of atrial and ventricular myocardium of the heart of rainbow trout *oncorhynchus mykiss*: effects of thermal acclimation. *The Journal of Experimental Biology*. 1999. Vol. 202. P. 2663–2677.

212. Ai J., Epstein P.N., Gozal D., Yang B., Wurster R., Cheng Z.J. Morphology and topography of nucleus ambiguus projections to cardiac ganglia in rats and mice / J. Ai, P.N. Epstein, D. Gozal et al. *Neuroscience*. 2007. Vol. 149, Issue 4, P. 845–860.

213. Allen D. G., Kurihara S. The effects of muscle length on intracellular calcium transients in mammalian cardiac muscle. *Journal of Physiology*. 1982. Vol. 327. P. 79–94.

---

214. Amphibian in vitro heart induction: a simple and reliable model for the study of vertebrate cardiac development / Takashi Ariizumi, Masayoshi Kinoshita, Chika Yokota et al. *Int. J. Dev. Biol.* 2003. Vol. 47, № 6. P. 405–410.

215. Anatomic substrate of the experimentally-created atrioventricular node re-entrant tachycardia in the dog / H. M. Lo, F. Y. Lin, J. J. Cheng, Y. Z. Tseng. *Int. J. Cardiol.* 1995. Vol. 51, No 3. P. 273–382. doi: 10.1016/0167-5273(95)02419-w.

216. Anatomical studies on the atrioventricular valves of the ostrich heart (*Struthio camelus*) / M.A.M. Alsafy et al. *J. Vet. Anat.* 2009. Vol. 2. № 1. P. 67–83.

217. Anatomy and histology of the cardiac conal valves of the adult dogfish (*Scyliorhinus canicula*) / V. Sans-Coma, A. Gallego, R. De Munoz-Chapuli et al. *Anatomical Record.* 1995. Vol. 241, № 4. P. 496–504.

218. Anatomy of the septomarginal trabecula in goat hearts / C. Ribeiro Leão et al. *Italian Journal of anatomy and embryology.* 2010. Vol. 115, № 3. P. 229–234.

219. Ancient deuterostome origins of vertebrate brain signalling centres / A. M, Pani, E. E, Mullarkey, J, Aronowicz et al. *Nature.* 2013. Vol. 483, № 7389. P. 289–94.

220. Anderson D. W., Anderson G. B. Atlas of canine anatomy. Philadelphia, 1994. P. 790–815.

221. Anderson R. H., Brown N. A. The anatomy of the heart revisited. *The Anatomical record.* 1996. Vol. 246, № 1. P. 1–7.

222. Anderson R. H., Wenink, A. C. Thoughts on concepts of development of the heart in relation to the morphology of congenital malformations. *Experientia.* 1988., Vol. 44, № 11. P. 951–960. doi:10.1007/BF01939889

223. Anderson R. M., Fritz J. M., O'Hare J. E. The Mechanical Nature of the Heart as a Pump. *American Heart Journal.* 1967. № 73. P. 92–105.

---

224. Anversa P., Vitali-Mazza L., Loud A. V. Morphometric and autoradiographic study of developing ventricular and atrial myocardium on fetal rats. *Lab. Invest.* 1975. V. 33. P. 696–706.

225. Arshad A, Atkinson A.J. A 21st century view of the anatomy of the cardiac conduction system. *Transl. Res. Anat.* 2022. Vol. 28. 100204.

226. Assessing the root of bilaterian animals with scalable phylogenomic methods. Proceedings / A. Hejnol, M. Obst, A. Stamatakis et al. *Biological sciences*. 2009. Vol. 276, № 1677. P. 4261–4270. <https://doi.org/10.1098/rspb.2009.0896>

227. Atrial Natriuretic Peptide: Structure, Function, and Physiological Effects: A Narrative Review / S. Rao, C. Pena, S. Shurmur, K. Nugent. *Current cardiology reviews*. 2021. Vol. 17, № 6. e051121191003. <https://doi.org/10.2174/1573403X17666210202102210>

228. Atrioventricular junctional tissue. Discrepancy between histological and electrophysiological characteristics / M. A. McGuire, J. M. de Bakker, J. T. Vermeulen et al. *Circulation*. 1996. Vol. 94, No 3. P. 571–577. <https://doi.org/10.1161/01.cir.94.3.571>

229. Bailey J. R., William R. Enhanced maximum frequency and force development of fish hearts following temperature acclimation. *Driedzic Journal of Experimental Biology*. 1990. Vol. 149. P. 239–254.

230. Barrionuevo W. R., Burggren W. W. O<sub>2</sub> consumption and heart rate in developing zebrafish (*Danio rerio*): influence of temperature and ambient O<sub>2</sub>. *The American journal of physiology*. 1999. Vol. 276, № 2. P. 505–513. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.1999.276.2.R505>

231. Bassani J. W. M., Bassani R. A., Bers D. M. Relaxation in rabbit and rat cardiac cells: species-dependent differences in

---

cellular mechanisms. *Journal of Physiology*. 1994. Vol. 476, № 2. P. 279–293. doi: 10.1113/jphysiol.1994.sp020130

232. Bayesian inference of the metazoan phylogeny; a combined molecular and morphological approach / H. Glenner, A. J. Hansen, M. V. Sørensen et al. *Current biology : CB*. 2004. Vol. 14, № 18. P. 1644–1649. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2004.09.027>

233. Berger P. J. The Reptilian Baroreceptor and Its Role in Cardiovascular Control. *American Zoologist*. 1987. Vol. 27, № 1. P. 111–120.

234. Biology of the Reptilia : 22 vol. / (Ed.) Carl Gans. London ; New York : Academic Press, 1999. Vol. 19 (Morphology G. Visceral Organs) / (Ed.) Abbot S. Gaunt. P. 847–850.

235. Bishop C. M., Butler P. J. Chapter 39 - Flight. In: Scanes C.G., editor. *Sturkie's Avian Physiology*. 6th ed. Academic Press; Cambridge, MA, USA: 2015. P. 919–974.

236. Bizzarri M., Palombo A., Cucina A. Theoretical aspects of Systems Biology. *Progress in biophysics and molecular biology*. 2013. Vol. 112, № 1-2. P 33–43. <https://doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2013.03.019>

237. Bosch T. C. G., McFall-Ngai M. Animal development in the microbial world: Re-thinking the conceptual framework. *Current topics in developmental biology*. 2021. Vol. 141. P. 399–427. <https://doi.org/10.1016/bs.ctdb.2020.11.007>

238. Bourne G, Redmond J. R, Jorgensen D. D. Dynamics of the molluscan circulatory system: open versus closed. *Physiological Zoology*. 1990. Vol. 63. P. 140–66.

239. Bourne, G. H. Hearts and Heart-like organs: v. 1 Comparative anatomy and development/ G. H. Bourne.- New York: Academic press, 1980. 277 p.

---

240. Boyden P. A., Hirose M., Dun W. Cardiac Purkinje cells. *Heart rhythm*. 2010. Vol.7 № 1. P. 127–135. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2009.09.017>

241. Breathing exercises with PEEP: efficiency and duration for correcting the cardiovascular system functional state in older patients with COPD / E. O. Asanov, Yu. I. Holubova, I. A. Dyba, S. O. Asanova. *Zaporozhye medical journal*. 2021. Vol. 23, No. 6. P. 806–810.

242. Bricker N. S., Cain C. D., Shankel S. Natriuretic hormone: the ultimate determinant of the preservation of external sodium balance. *Frontiers in endocrinology*. 2014 Vol. 5. 212 p. <https://doi.org/10.3389/fendo.2014.00212>

243. Broad phylogenomic sampling improves resolution of the animal tree of life / C. W. Dunn, A. Hejnol, D. Q. Matus et al. *Nature*. 2008. Vol. 452, № 7188. P. 745–749. <https://doi.org/10.1038/nature06614>

244. Bruneau B. G. The developmental genetics of congenital heart disease. *Nature*. 2008. Vol. 451. P. 943–948. [10.1038/nature06801](https://doi.org/10.1038/nature06801)

245. Brush A. H. Avian Heart Size and Cardiovascular Performance. *Auk*. 1966. Vol. 83. P. 266–273. doi: 10.2307/4083019.

246. Buckberg G. D. Echogenic zone in mid-septum: its structure/function relationship. *Echocardiography* (Mount Kisco, N.Y. 2016. Vol. 33 No (10). P. 1450–1456. <https://doi.org/10.1111/echo.13342>

247. Buckingham M., Meilhac S., Zaffran S. Building the mammalian heart from two sources of myocardial cells. *Nature reviews. Genetics*. 2005. Vol. 6. P. 826–835.

248. Buckberg G., Hoffman J. I., Mahajan A. Cardiac mechanics revisited: the relationship of cardiac architecture to

---

ventricular function. *Circulation*. 2008. Vol. 118, № 24. P. 2571–2587. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.754424>

249. Budras K. D., Fricke W., Richter R. Atlas der Anatomie des Hundes: Lehrbuch für Tierärzte und Studierende - Hans-Böckler-Allee: Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, 2007. 44 p.

250. Buijtendijk M. F. J., Barnett P., Hoff M. J. B. Development of the human heart. American journal of medical genetics. *Seminars in medical genetics*. 2020. Vol. 184, No 1. P. 7–22. <https://doi.org/10.1002/ajmg.c.31778>

251. Burggren W. W. Form and Function in Reptilian Circulations. *American Zoologist*. 1987. Vol. 27, № 1. P. 5–19.

252. Burggren W., Johansen K. Ventricular haemodynamics in the monitor lizard *varanus ex anthematicus*: pulmonary and systemic pressure separation. *J. Exp. Biol*. 1982. Vol. 96. P. 343–354.

253. Butler P. J. The physiological basis of bird flight. *Philos. Trans. R. Soc. B: Biol. Sci*. 2016. Vol. 371. 20150384. doi: 10.1098/rstb.2015.0384.

254. Calcium handling precedes cardiac differentiation to initiate the first heartbeat / R. C. Tyser, A. M. Miranda, C. M. Chen. *eLife*. 2016, Vol. 5. e17113. <https://doi.org/10.7554/eLife.17113>

255. Capturing the complexity of first opinion small animal consultations using direct observation / N. J. Robinson, M. L. Brennan, M. Cobb, R. S. Dean. *The Veterinary record*. 2015. Vol. 176, № 2. 48 p. <https://doi.org/10.1136/vr.102548>

256. Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: Recommendations from the Association of Cardiovascular Surgeons of Ukraine and Ukrainian Society of Cardiology / V. V. Lazoryshynets V. M. Kovalenko S. V.

---

Potashev et. al. *Ukrainian Journal of Cardiovascular Surgery*. 2020. Vol. 4, No 41. P. 96–117.

257. Cardiac mechanics revisited: the relationship of cardiac architecture to ventricular function / G. Buckberg, J. I. Hoffman, A. Mahajan et. al. *Circulation*. 2008. Vol. 118, No 24. P. 2571–2587. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.754424>

258. Cardiac morphodynamic remodelling in the growing eel (*Anguilla anguilla* L.) / M. C. Cerra, S. Imbrogno, D. Amelio et al. *Journal of Experimental Biology*. 2004. Vol. 207. P. 2867–2875.

259. Cardiopathology of sudden cardiac death in the racehorse / K. Kiryu, T. Nakamura, M. Kaneko et. al. *Heart Vessels Suppl*. 1987. Vol. 2. P. 40–46.

260. Carmona-Puerta R, Lorenzo-Martínez E. The normal sinus node: What we now know. *Corsalud*. 2020. Vol. 12, № 4. P. 415–424.

261. Casey W., Gonzalo G., Gregory D., Andreas H. Animal Phylogeny and Its Evolutionary Implications. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*. 2014, Vol. 45. P. 371–395. DOI:10.1146/annurev-ecolsys-120213-091627

262. Chamber formation and morphogenesis in the developing mammalian heart / V. M. Christoffels, P. E. Habets, D. Franco et al. *Developmental biology*. 2000. Vol. 223, № 2. P. 266–278.

263. Ciszek B., Skubiszewska D., Ratajska A. The anatomy of the cardiac veins in mice. *Journal of anatomy*. 2007. Vol. 211, № 1. P. 53–63.

264. Comparative Analysis of Muscle Transcriptome between Pig Genotypes Identifies Genes and Regulatory Mechanisms Associated to Growth, Fatness and Metabolism / M. Ayuso, A. Fernandez, Y. Nunez et al. *Plos one*. 2015. Vol. 10, № 12. e0145162. doi: 10.1371/journal.pone.0145162

---

265. Comparative genomics reveals insights into avian genome evolution and adaptation / G. Zhang, C. Li, Q. Li et. al. *Science*. 2014. Vol. 346. P. 1311–1320. 10.1126/science.1251385

266. Conotruncal myocardium arises from a secondary heart field / K. L. Waldo, D. H. Kumiski, K. T. Wallis et al. *Development*. 2001. Vol. 128. P. 3179–3188.

267. Constitutive Intracellular Na<sup>+</sup> Excess in Purkinje Cells Promotes Arrhythmogenesis at Lower Levels of Stress Than Ventricular Myocytes From Mice With Catecholaminergic Polymorphic Ventricular Tachycardia / B. C. Willis, S. V. Pandit, D. Ponce-Balbuena et. al. *Circulation*. 2016. Vol. 133, № 2. P 2348–2359.

268. Cope, L. A. Atypical Chordae Tendineae of the Canine (*Canis familiaris*) Right Atrioventricular Valve. *Anat Histol Embryol*. 2016. Dec.45. P. 485–489.

269. Cury D. P., Dias F. J., Sosthenes M. C. Morphometric, quantitative, and three-dimensional analysis of the heart muscle fibers of old rats: transmission electron microscopy and high-resolution scanning electron microscopy methods. *Microscopy research and technique*. 2013. Vol. 76, № 2. P. 184–195. doi: 10.1002/jemt.22151

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

271. Datta A., Mukherjee M., Ghosh S. Morphology and morphometry of the mitral valve in normal human heart. *Indian heart journal*. 1984. Vol. 36, № 6. P. 384–390.

272. De La Cruz M. V., Markwald R. R. *Living Morphogenesis of the Heart*. Boston : Birkhauser Verlag AG, 1998. 260 p.

273. Deep metazoan phylogeny: when different genes tell different stories / T. Nosenko, F. Schreiber, M. Adamska et al.

---

*Molecular phylogenetics and evolution*. 2013. Vol. 67, № 1. P. 223–233. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2013.01.010>

274. Deniz M., Kilinc M., Hatipoglu E. S. Morphologic study of left ventricular band. Hatipoglu// *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2004. Vol. 26. P. 230–234.

275. Depreux R., Mestdagh H., Houcke M. Comparative morphology of the trabecula septomarginalis in terrestrial mammals. *Anat Anz*. 1976. Vol. 139. P. 24–35.

276. Development of a Porcine cDNA Microarray: Analysis of Clenbuterol Responding Genes in Pig (*Sus scrofa*) Internal Organs / J. Zhang, W. Guo, L. Shen et al. *Journal of integrative agriculture*. 2012. Vol. 11, № 11. P. 1877–1883. doi: 10.1016/S2095-3119(12)60193-2

277. Development of the cardiac conduction system involves recruitment within a multipotent cardiomyogenic lineage / G. Cheng, W. H. Litchenberg, G. J. Cole et. al. *Development (Cambridge, England)*. 1999. Vol. 126, No 22. P. 5041–5049. <https://doi.org/10.1242/dev.126.22.5041>

278. Development of the heart: (1) formation of the cardiac chambers and arterial trunks / A. Moorman, S. Webb, N. A. Brown et al. *Heart*. 2003. Vol. 89, № 7. P. 806–814.

279. Development of the heart: (2) Septation of the atriums and ventricles / R. H. Anderson, S. Webb, N. A. Brown et al. *Heart (British Cardiac Society)*. 2003. Vol. 89, № 8. P. 949–958.

280. Development of the heart: (3) Formation of the ventricular outflow tracts, arterial valves, and intrapericardial arterial trunks / R. H. Anderson, S. Webb, N. A. Brown et al. *Heart (British Cardiac Society)*. 2003. Vol. 89, № 9. P. 1110–1118. doi: 10.1136/heart.89.9.1110

281. Developmental patterning of the myocardium / D. Sedmera, T. Pexieder, M. Vuillemin et al. *Anat. Rec*. 2000. Vol. 258, № 4. P. 319–337.

---

282. Diagnostic testing in first opinion small animal consultations / N. J. Robinson, R. S. Dean, M. Cobb, M. L. Brennan *The Veterinary record*. 2015. Vol. 176, № 7. 174 p. <https://doi.org/10.1136/vr.102786>

283. Dietz J. R. Mechanisms of atrial natriuretic peptide secretion from the atrium. *Cardiovascular research*. 2005. Vol. 68, № 1. P 8–17. <https://doi.org/10.1016/j.cardiores.2005.06.008>

284. Dorn G. W. Mitochondrial dynamics in heart disease. *Biochimica et biophysica acta*. 2013. Vol. 1833(1). P. 233–241. doi: 10.1016/j.bbamcr.2012.03.008

285. Dudziak M., Szostakiewicz-Sawicka H, Amerski L. Septomarginal trabekula in the cardiac ventricle of some carnivores. *Folia morphol*. 1984. Vol. 43, № 3. P. 271–275.

286. Dzialowski E. M., Crossley D. A. Chapter 11–The Cardiovascular System. In: Scanes C.G., editor. *Sturkie's Avian Physiology*. 6th ed. *Academic Press; Cambridge, MA, USA*. 2015. P 193–283.

287. Effect of verapamil on infranodal conduction in patients with baseline His-Purkinje conduction delay / S. Rosenheck, J. Sousa, H. Calkins et. al. *American heart journal*. 1991. Vol. 121, (6 Pt 1). P. 1809–1810. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(91\)90032-d](https://doi.org/10.1016/0002-8703(91)90032-d)

288. Ehrman L. A., Yutzey K. E. Lack of regulation in the heart forming region of avian embryos. *Developmental biology*. 1999. Vol. 207, № 1. P. 163–175.

289. Emerging Diseases from Animals / C. C. Machalaba, E. H. Loh, P. Daszak, W. B. Karesh. *State of the World 2015: Confronting Hidden Threats to Sustainability*. 2015. P. 105–116. [https://doi.org/10.5822/978-1-61091-611-0\\_8](https://doi.org/10.5822/978-1-61091-611-0_8)

290. Epidemiological study of congenital heart diseases in dogs: Prevalence, popularity, and volatility throughout twenty years of clinical practice / P. G. Brambilla M. Polli, D. Pradelli et

- 
- al. *PloS one*. 2020. Vol. 15, № 7. e0230160. doi:10.1371/journal.pone.0230160
291. Evans, H. E., Lahunta A. Miller's Anatomy of the Dog. 4- th ed.- Elsevier Health Sciences, 2013. 432 p.
292. Evolution in health and medicine Sackler colloquium: Making evolutionary biology a basic science for medicine / R. M. Nesse, C. T. Bergstrom, P. T. Ellison et al. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2010. Vol. 107 Suppl 1(Suppl 1). P.1800–1807. <https://doi.org/10.1073/pnas.0906224106>
293. Exercise and the cardiovascular system: clinical science and cardiovascular outcomes / C. J. Lavie, R. Arena, D. L. Swift et al. *Circulation research*. 2015. Vol. 117. № 2. P. 207–219.
294. Farmer C. G. Evolution of the vertebrate cardio-pulmonary system. *Annual review of physiology*. 1999. Vol. 61. P. 573–592.
295. Farmer C. G. The Evolution of Unidirectional Pulmonary Airflow. *Physiology (Bethesda, Md.)*. 2015. Vol. 30, № 4. P. 260–272. <https://doi.org/10.1152/physiol.00056.2014>
296. Fate of the mammalian cardiac neural crest / X. Jiang, D. H. Rowitch, P. Soriano et al. *Development*. 2000. Vol. 127, № 8. P. 1607–1616.
297. Ferrari R., Agnoletti G. Atrial natriuretic peptide: its mechanism of release from the atrium. *International journal of cardiology*. 1989) Vol. 24, № 2. P 137–149. [https://doi.org/10.1016/0167-5273\(89\)90297-0](https://doi.org/10.1016/0167-5273(89)90297-0)
298. Forbes M.S., Sperelakis N. Ultrastructure of mammalian cardiac muscle. *Physiology and Pathophysiology of the Heart*. Boston: Martinus Nijhoff Publishing. 1984. P. 3–42.
299. Form and function of the bulbus arteriosus in yellowfin tuna (*Thunnus albacares*), bigeye tuna (*Thunnus obesus*) and blue marlin (*Makaira nigricans*): static properties / M. H. Braun, R. W.

---

Brill, J. M. Gosline, D. R. Jones. *The Journal of Experimental Biology*. 2003. Vol. 206. P. 3311–3326. doi: 10.1242/jeb.00575

300. Formation of myocardium after the initial development of the linear heart tube / M. J. B. Van Den Hoff, B. P. T. Kruithof, A. F. M. Moorman et al. *Dev. Biol.* 2001. Vol. 240, № 1. P. 61–76.

301. Formation of the building plan of the human heart: morphogenesis, growth, and differentiation / A. Sizarov, J. Ya, B. A. de Boer et. al. *Circulation*. 2011. Vol. 123, No 10. P. 1125–1135. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.980607>

302. Fritsche R. Ontogeny of cardiovascular control in amphibians. *American Zoologist*. 1997. Vol. 37, № 1. P. 23–30.

303. Functional and morphological evidence for a ventricular conduction system in zebrafish and *Xenopus* hearts / D. Sedmera, M. Reckova, A. de Almeida et al. *Am. J. Physiol. Heart. Circ. Physiol.* 2003. Vol. 284, № 4. P. 1152–1160.

304. Galli G., Taylor E., Shiels H. Calcium flux in turtle ventricular myocytes. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*. 2006. Vol. 291, № 6. P. 1781–1789.

305. Gavrilov V. M. Origin and development of homoiothermy: A case study of avian energetics. *Adv. Biosci. Biotech.* 2013. Vol. 4. P. 1–17.

306. Geipel I., Jung K., Kalko E. K. Perception of silent and motionless prey on vegetation by echolocation in the gleaning bat *Micronycteris microtis*. *Proceedings. Biological sciences*. 2013. Vol. 280(1754). article 20122830.

307. Glembofski C. C. Classic studies of cultured cardiac myocyte hypertrophy: interview with a transformer. *Circulation research*. 2013. Vol. 113, № 10. P. 1112–1116. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.113.302490>

---

308. Glembotski C. C., Doroudgar S. Proteomic analysis of the cardiac myocyte secretome reveals extracellular protective functions for the ER stress response. *Journal of molecular and cellular cardiology*. 2020. Vol. 143. P. 132–144. <https://doi.org/10.1016/j.yjmcc.2020.04.012>

309. Gómez-Torres F. A, Ballesteros-Acuña L. E, Ruíz-Saurí A. Histological and morphometric study of the components of the sinus and atrio-ventricular nodes in horses and dogs. *Res. Vet. Sci.* 2019. Vol. 126. P.22–28. doi: 10.1016/j.rvsc.2019.08.001.

310. Gómez-Torres F., Ballesteros-Acuña L., Ruíz-Saurí A. Histopathological changes in the electrical conduction of cardiac nodes after acute myocardial infarction in dogs and horses, compared with findings in humans: A histological, morphometrical, and immunohistochemical study. *Veterinary world*. 2023. Vol. 16, No 10. P. 2173–2185. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.2173-2185>

311. Grahame J. W. Comparative cardiac anatomy of the reptilia. III. The heart of crocodilians and an hypothesis on the completion of the interventricular septum of crocodilians and birds. *Webb Journal of Morphology*. 2005. Vol. 161, № 2. P. 221–240.

312. Gross anatomy, myoarchitecture, and ultrastructure of the heart ventricle in the haemoglobinless icefish *Chaenocephalus aceratus* / P. Harrison, G. Zummo, F. Farina et al. *Can. J. Zool.* 1991. Vol. 69, № 5. P. 1339– 1347.

313. Gulyaeva, A. S., Roshchevskaya I. M. Morphology of moderator bands (septomarginal trabecula) in porcine heart ventricles. *AnatHistolEmbryol*. 2012. Vol. 41. P. 326–332.

314. Gurcan M. N., Boucheron L. E., Can A., Madabhushi A., Rajpoot, N. M., & Yener, B. (2009). Histopathological image analysis: a review / M. N. Gurcan, L. E. Boucheron, A. Can et. al.

---

*IEEE reviews in biomedical engineering*. 2009. Vol. 2. P. 147–171. <https://doi.org/10.1109/RBME.2009.2034865>

315. Haligur A., Dursun N. Morphological and Morphometric Investigation of the Musculus papillaris and Cordae tendineae of the Donkey (*Equus asinus* L.). *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2009. №8. P. 726–733.

316. Haligur A., Dursun N. Course and branch of the celiac artery in the red falcon (*Buteo rufinus*). *Veterinarni Medicina*. 2010. Vol. 55, № 2. P. 79–86.

317. Harvey R. P. Patterning the vertebrate heart. *Nature reviews. Genetics*. 2002. Vol. 3, № 7. P. 544–556. 182

318. Harvey R. P. NK-2Homeobox Genes and Heart Development. *Developmental Biology*. 1996. Vol. 178, Issue 2. P. 203–216. <https://doi.org/10.1006/dbio.1996.0212>

319. Heart anatomy of *Giraffa camelopardalis rothschildi*: a case report / W. Perez et al. *Veterinarni Medicina*. 2008. №53. P. 165–168.

320. Hedenström A., Johansson L. C. Bat flight: aerodynamics, kinematics and flight morphology. *The Journal of experimental biology*. 2015. Vol. 218, Pt 5. P. 653–663.

321. Histologic findings in left ventricle papillary muscle arteries from human hearts/ C. E. Nerantzis, C. A. Lefkidis, S. K. Marianou et al. *Anatomical science international*. 2003. Vol. 78, № 4. P. 223–227.

322. Histological features of the mitral valve in norm and opioid exposure in experiment / W. Casey, G. Gonzalo D. Gregory et al. *Reports of Morphology*. 2019. Vol. 25, № 3. P. 40–44.

323. Histostructure of the gray matter of the spinal cord in cattle (*Bos Taurus*) / I. Sokulskyi, L. Goralskyi, N. Kolesnik, O. Dunaievska, N. Radzikhovsky. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 2021, Vol. 4, № 3, P. 11–15.

---

324. Ho S. Y., Anderson R. H., Becker A. E. Anatomy of the human atrioventricular junctions revisited. *The Anatomical record*. 2000. Vol. 260, №1. P. 81–91.

325. Ho, S. Y. Anatomy and myoarchitecture of the left ventricular wall in normal and in disease. *European Journal of Echocardiography*. 2009. Vol. 10. P. 1113–1117.

326. Hoppler S., Conlon F. L. Xenopus: Experimental Access to Cardiovascular Development, Regeneration Discovery, and Cardiovascular Heart-Defect Modeling. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*. 2020. Vol. 12, № 6. article 037200. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a037200>

327. Horalskyi L., Hlukhova N., Sokulskyi I., Kolesnik N., Onyshchuk I. Features of lung organometry in domestic animals of the Mammalian class (Mammalia). *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*. 2023. Vol. 14, No. 1. P. 9–25.

328. Hu N., Yost H. J., Clark E. B. Cardiac Morphology and Blood Pressure in the Adult Zebrafish. *The Anatomical Record*. 2001. Vol. 264, № 1. P. 1–12

329. Hutchison J., Rea P. A comparative study of the morphology of mammalian chordae tendineae of the mitral and tricuspid valves. *Veterinary record open*. 2015. Vol. 2, № 2. e000150. <https://doi.org/10.1136/vetreco-2015-000150>

330. Hutchison, J. A., Rea P. Comparative study of the morphology of mammalian chordae tendineae of the mitral and tricuspid valves. *Veterinary record open*. 2015. Vol. 2, № 2. e000150. <https://doi.org/10.1136/vetreco-2015-000150>

331. Icardo J. M., Fernandez-Terán A. Morphologic study of ventricular trabeculation in the embryonic chick heart. *Acta anatomica*. 1987. Vol. 130, № 3. P. 264–274.

332. Identification of xanthurenic acid 8-O-beta-D-glucoside and xanthurenic acid 8-O-sulfate as human natriuretic hormones / C. D. Cain, F. C. Schroeder, S. W. Shankel et. al. *Proceedings of*

---

*the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2007. Vol. 104, № 45. P. 17873–17878. <https://doi.org/10.1073/pnas.0705553104>

333. Idiopathic ventricular fibrillation with repetitive activity inducible within the distal Purkinje system / M. Haissaguerre, G. Cheniti, W. Escande et. al. *Heart Rhythm*. 2019. Vol. 16 No 8. P. 1268–1272. doi: 10.1016/j.hrthm.2019.04.012.

334. Impact of size mismatch and left ventricular function on performance of the St. Jude disc valve after aortic valve replacement / O. Lund, K. Emmertsen, T. T. Nielsen et. al. *The Annals of thoracic surgery*. 1997. Vol. 63 No 5. P. 1227–1234. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(97\)00313-5](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(97)00313-5)

335. Improved phylogenomic taxon sampling noticeably affects nonbilaterian relationships / K. S. Pick, H. Philippe, F. Schreiber et al. *Molecular biology and evolution*. 2010. Vol. 27, № 9. P. 1983–1987. <https://doi.org/10.1093/molbev/msq089>

336. Ingels N. B. Myocardial fiber achitecture and left ventricular function. *Technol. Health Care*. 1997. Vol. 5, № 1/2. P. 45–52.

337. Inherited infantile dilated cardiomyopathy in dogs: genetic, clinical, biochemical, and morphologic findings / J. Alroy, J. E. Rush, L. Freeman et.al. *American journal of medical genetics*. 2000. Vol. 95, iss. 1. P.57–66.

338. Iyer V., Sampson K. J., Kass R. S. Modeling tissue- and mutation- specific electrophysiological effects in the long QT syndrome: role of the Purkinje fiber. *PLoS one*. 2014. Vol. 9, № 6. e97720. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097720165>

339. James W. H. The Physiological and Evolutionary Significance of Cardiovascular Shunting Patterns in Reptiles. *News in physiological sciences*. 2002. Vol. 17, № 6. P. 241–245.

---

340. Janse M. J. Electrophysiological changes in heart failure and their relationship to arrhythmogenesis. *Cardiovasc. Res.* 2004. Vol. 61 No 2. P. 208–217. doi: 10.1016/j.cardiores.2003.11.018.

341. Jenni R., Oechslin E. N., B. van der Loo. Isolated ventricular non-compaction of the myocardium in adults. *Heart (British Cardiac Society)*. 2007. Vol. 93. P. 11–15.

342. Jensen B., Christoffels V. M. Reptiles as a Model System to Study Heart Development. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*. 2020. Vol. 12, No 5. a037226. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a037226>

343. Jonz M. G., Nurse C. A. Ontogenesis of oxygen chemoreception in aquatic vertebrates. *Respiratory physiology & neurobiology*. 2006. Vol. 154, № 1-2. P. 139–152. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2006.01.004>

344. Jurado S. R., Franco R. J., Morceli V. R. Morphology of the atrioventricular junction in Iguana iguana (Reptilia-Iguanidae). *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 2006. Vol. 43, № 3. P. 420–428.

345. Jürgens K. D., Gros G. Phylogenese der Gasaustauschsysteme [Phylogeny of gas exchange systems]. *Anesthesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie : AINS*. 2002. Vol. 37, № 4. P. 185–198. <https://doi.org/10.1055/s-2002-25080>

346. Karas S., Elkins R. C. Mechanism of Function of the Mitral Valve Leaflets, Chordae Tendineae and Left Ventricular Papillary Muscles in Dogs. *Circulation Research*. 1970. Vol. 26. P. 689–696.

347. Kawashima T, Sato F. First in situ 3D visualization of the human cardiac conduction system and its transformation associated with heart contour and inclination. *Sci. Rep.* 2021. 11(1):8636. doi: 10.1038/s41598-021-88109-7.

---

348. Keith A, Flack M. The form and nature of the muscular connections between the primary divisions of the vertebrate heart. *J. Anat. Physiol.* 1957. Vol. 41, (Pt 3). P.172–189.

349. Kelly R. G., Buckingham M. E. The anterior heart – forming field: voyage to the arterial pole of the heart. *Trends Genet.* 2002. Vol. 18, № 4. P. 210–216.

350. Khan S., Jehangir W. Evolution of Artificial Hearts: An Overview and History. *Cardiology research.* 2014. Vol. 5. P. 121–125.

351. Kidokoro Y., Saito M. Early cross-striation formation in Y.twitching *Xenopus* myocytes in culture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.* 1988. Vol. 85, № 6. P. 1978–1982.

352. Kirby M. L. Getting to the heart of cardiac morphogenesis. *Circ. Res.* 2001. Vol. 88, № 4. P. 370–372.

353. Klaiman J. M., Pyle W. G., Gillis T. E. Cold acclimation increases cardiac myofilament function and ventricular pressure generation in trout. *J. Exp. Biol.* 2014. № 1(217). P. 32–40.

354. Kolker S. J., Tajchman U., Weeks D. L. Confocal imaging of early heart development in *Xenopus laevis*. *Developmental Biology.* 2000. Vol. 218, № 1. P. 64–73.

355. Kouchoukos N. T., Kirklin J. W. Barrat-Boyes cardiac surgery: morphology, diagnostic criteria, natural history, techniques, and indications. *4-th ed.* 2013. 2256 p.

356. Kuo P. L., Lee H., Bray M. A. Myocyte shape regulates lateral registry of sarcomeres and contractility. *The American Journal of Pathology.* 2012. Vol. 181, № 6. P. 2030–2037.

357. Kusche K, Burmester T. Molecular cloning and evolution of lobster hemocyanin. *Biochem Biophys Res Commun.* 2001. Vol. 282. P. 887–92. doi: 10.1006/bbrc.2001.4660. S0006-291X(01)94660-1

---

358. Ladurner P., Rieger R. Embryonic muscle development of *Convoluta pulchra* (Turbellaria-acoelomorpha, platyhelminthes). *Developmental biology*. 2000. Vol. 222, № 2. P. 359–375. <https://doi.org/10.1006/dbio.2000.9715>

359. Lansford R., Rugonyi S. Follow Me! A Tale of Avian Heart Development with Comparisons to Mammal Heart Development. *Journal of cardiovascular development and disease*. 2020. Vol. 7, No 1, 8 p. <https://doi.org/10.3390/jcdd7010008>

360. Layland J., Kentish J. C. Myofilament-based relaxant effect of isoprenaline revealed during work-loop contractions in rat cardiac trabeculae. *The Journal of physiology*. 2002. Vol. 544, № 1. P. 171–182. doi: 10.1113/jphysiol.2002.022855

361. Left and right ventricular contributions to the formation of the interventricular septum in the mouse heart / D. Franco, S. M. Meilhac, V. M. Christoffels et al. *Developmental biology*. 2006. Vol. 294, № 2. P. 366–375.

362. Left ventricular form and function: scientific priorities and strategic planning for development of new views of disease circulation / G. D. Buckberg, M. L. Weisfeldt, M. Ballester et al. *Circulation*. 2004. Vol. 110, № 14. P. 333–336. doi: 10.1161/01.CIR.0000143625.56882.5C

363. Left ventricular myocardial remodeling in dogs with mitral valve endocardiosis / Y. A. Vatnikov, A. A. Rudenko, B. V. Usha et al. *Veterinary world*. 2019. Vol. 13, № 4. P. 731–738.

364. Left Ventricular Structure and Function / P. P. Sengupta, J. Korinek, M. Belohlavek et al. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2006. Vol. 48, № 10. P. 1988–2001.

365. Lenient versus strict rate control in patients with atrial fibrillation / I. C. Van Gelder, H. F. Groenveld, H. J. Crijns et. al. *The New England journal of medicine*. 2010. Vol. 362, No 15, P. 1363–1373. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1001337>

---

366. Lima M., Mendez V., Perez W. Gross Anatomy of the Heart in the Western Grey Kangaroo (*Macropus Filiginosus*). *International Journal of Morphology*. 2009. Vol. 27. P. 1099–1104.

367. Linask K. K. Regulation of heart morphology: current molecular and cellular perspectives on the coordinated emergence of cardiac form and function. *Birth defects research. Part C, Embryo today: reviews*. 2003. Vol. 69(1). P. 14–24.

368. Liu S. K., Hsu F. S., Lee R. C.T. An Atlas of Cardiovascular Pathology. *Taiwan: Pig Research Institute of Taiwan*. 1989. Diseases of conduction system. P. 125–128.

369. Long M. O., Boluyt M. L., Hipolito X. P53 and the hypoxia-induced apoptosis of cultured neonatal rat cardiac myocytes. *J. Clin. Invest.* 2002. Vol. 98, № 10. P. 2635–2643.

370. Lorenz G., Guski H. Histotopographic and morphometric studies of the intramural coronary arteries in the trabecula septomarginalis of swine and pigmy goats. *ZentralblAllgPathol*. 1990. Vol. 136. P.87–95.

371. Lorenz G., Hunigen H. Light microscopic studies of the intramural coronary arteries in the trabecula septomarginalis of the right heart ventricle of cattle, swine and dwarf goats. *Z MikroskAnatForsch*. 1989. Vol. 103. P. 139–150.

372. Lorenz, G. Histotopographic studies of the intramural coronary arteries in the trabecula septomarginalis of the right cardiac ventricle in swine (*Susscrofadomesticus*) and dwarf goats (*Capra aegagrus f. domestica*). *Z MikroskAnatForsch*. 1990. Vol. 104. P. 607–616.

373. Ma'ayan A. Complex systems biology. *Journal of the Royal Society, Interface*. 2017. Vol. 14, № 134. 20170391. <https://doi.org/10.1098/rsif.2017.0391>

---

374. Machida N, Hirakawa A. The anatomical substrate for sick sinus syndrome in dogs. *J. Comp. Path.* 2021. Vol. 189. P. 125–134. doi: 10.1016/j.jcpa.2021.10.007.

375. Macro and microscopic structure and morphometric indices of the mature horse lungs / L. Goralskyi, I. Sokulskyi, M. Hlukhova et al. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*. 2022. Vol. 10. Issue 4. P. 12–19.

376. Maina J. N. Structure, function and evolution of the gas exchangers: comparative perspectives. *J Anat.* 2002. Vol. 201. P. 281–304. doi: 10.1046/j.1469-7580.2002.00099.x.

377. Manasek F. J. Control of early embryonic heart morphogenesis: a hypothesis. *Ciba Found. Symp.* 1983. Vol. 100. P. 4–19.

378. Mann D. L., Bristow M. R. Mechanisms and models in heart failure: the biomechanical model and beyond. *Circulation*. 2005. Vol. 111. P. 2837–2849.

379. Manner J. Cardiac looping in the chick embryo: a morphological review with special reference to terminological and biomechanical aspects of the looping process. *Anat. Rec.* 2000. Vol. 259, № 3. P. 248–262.

380. Markwald R. R., Trusk T., Moreno-Rodriguez R. Formation and septation of the tubular heart: integrating the dynamics of morphology with emerging molecular concepts. *Living Morphogenesis of the Heart* / (Eds.) Roger R. Markwald, Maria De la Cruz. Boston : Birkhauser Press, 1998. P. 42–84.

381. Measurement science in the circulatory system / C. M. Jones, S. M. Baker- F. A. Groberg, Cianchetti. *Cellular and molecular bioengineering*. 2014. Vol. 7, № 1. P. 1–14.

382. Mechanisms of left-right determination in vertebrates / J. Capdevila, K. J. Vogan, C. J. Tabin, J. C. Izpisua Belmonte. *Cell*. 2000. Vol. 101, № 1. P. 9–21.

---

383. Meijler F. L. Atrioventricular conduction versus heart size from mouse to whale. *Journal of the American College of Cardiology*. 1985. Vol. 5 No (2 Pt 1). P. 363–365. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(85\)80060-7](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(85)80060-7)

384. Meijler F. L., Meijler T. D. (2011). Archetype, adaptation and the mammalian heart. *Netherlands heart journal : monthly journal of the Netherlands Society of Cardiology and the Netherlands Heart Foundation*. 2011. Vol. 19 No (3), P. 142–148. <https://doi.org/10.1007/s12471-011-0086-4>

385. Melnitschenko V., Nekrasov A. A., Kuznecov A. N. Factors associated with the development of atrial fibrillation in chronic obstructive pulmonary disease. *IJBM International journal biomedicine*. 2011. Vol. 1, № 2. P. 71–73.

386. Mendez-Sanchez J. F., Burggren W. W. Cardiorespiratory physiological phenotypic plasticity in developing air-breathing anabantid fishes (*Betta splendens* and *Trichopodus trichopterus*). *Physiological reports* 2017. Vol. 5 No 15. e13359. <https://doi.org/10.14814/phy2.13359>

387. Mesarovic M. D., Sreenath S. N., Keene J. D. Search for organising principles: understanding in systems biology. *Systems biology*. 2004. Vol. 1, № 1. P. 19–27. <https://doi.org/10.1049/sb:20045010>

388. Mill M. R., Wilcox B. R., Anderson R. H. Surgical anatomy of the heart. *Cardiac Surgery in the Adult* / (Eds.) L. H. Cohn, L. H. J. Edmunds. New York : McGraw-Hill, 2003. P. 31–52.

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

---

390. Mohun T. J., Leong L. M. Heart formation and the heart field in amphibian embryos. *Heart Dev.* 1998. Vol. 32, № 3. P. 37–49.

391. Monahan-Earley R., Dvorak A. M., Aird W. C. Evolutionary origins of the blood vascular system and endothelium. *Journal of thrombosis and haemostasis.* 2013. JTH, 11 Suppl 1(Suppl 1). P. 46–66. <https://doi.org/10.1111/jth.12253>

392. Montévil M., Mossio, M. The Identity of Organisms in Scientific Practice: Integrating Historical and Relational Conceptions. *Frontiers in physiology.* 2020. Vol. 11. P. 611. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00611>

393. Moore, K. L. Essential Clinical Anatomy: third edition. Agur.- Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2007.

394. Moorman A. F., Christoffels V. M. Cardiac Chamber Formation: Development, Genes, and Evolution. *Physiological reviews* 2003. Vol. 83, № 4. P. 1223–1267.

395. Moorman A. M., Lamers W. H. Molecular anatomy of the developing heart. *Trends Cardiovasc. Med.* 1994. Vol. 4. P. 257–264.

396. Morphogenesis of chordae tendineae in the avian embryo / C. W. Noble, W. C. Hamlet, D. E. Morse et al. *Micron.* 1983. Vol. 14. P. 97–98.

397. Morphogenetic aspects of the septomarginal trabecula in the human heart / A. Kosiński, D. Kozłowski, J. Nowiński et al. *Archives of medical science : AMS.* 2010. Vol. 6, № 55. P. 733–743.

398. Morphogeometric Evaluation of the Left Ventricle and Left Atrioventricular Ring in Dogs: A Computerized Anatomical Study / C. B. Cardoso, C. V. S. Brandão, P. S. Juliani et al. *Animals: an open access journal from MDP.* 2023. Vol. 13, iss. 12. article 1996. <https://doi.org/10.3390/ani13121996>

---

399. Morphological analysis of the fish heart ventricle: myocardial and connective tissue architecture in teleost species / D. Sánchez-Quintana, García V. Martínez, V. Climent, J. M. Hurlé. *Annals of anatomy=Anatomischer Anzeiger: official organ of the Anatomische Gesellschaft*. 1995. Vol. 177, № 3. P. 267–274.

400. Morphological and molecular characterization of adult cardiomyocyte apoptosis during hypoxia and reoxygenation / P. M. Kang, A. Haunstetter, H. Aoki et al. *Circulation research*. 2000. Vol. 87, № 2. P. 118–125.

401. Morphological characteristics of the ventricular myocardium of Tambaqui (*Colossoma macropomun*; Characidae, Cuvier) / K. Simões, C. A. Vicentini, A. M. Orsi, C. da Cruz. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 2002. Vol. 39, № 2. P. 74–77.

402. Morphological studies on the heart ventricle of African catfish (*Clarias gariepinus*) / K. Simões, C. A. Vicentini, A. M. Orsi et al. *Anat. Histol. Embryol.* 2002. Vol. 31, № 4. P. 247–251.

403. Morphology and specifics of morphometry of lungs and myocardium of heart ventricles of cattle, sheep and horses / L. P. Horalskyi, M. R. Ragulya, N. M. Glukhova et al. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2022. Vol. 13(1). P. 53–59. doi: 10.15421/022207

404. Morphology of spinal ganglion of different segmentary levels of domestic dog / L. P. Horalskyi, N. L. Kolesnik, I. M. Sokulskiy et al. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2020. Vol. 11, № 4. P. 501–505.

405. Morphology of the atrioventricular valves and related intraventricular structures in the wild pig (*Sus scrofa*) / S. Ateş, E. Karakurum, L. Takcı, F. Başak, İ. Kürtül. *Folia morphologica*. 2017. Vol. 76, №4, P. 650–659.  
<https://doi.org/10.5603/FM.a2017.0051>

---

406. Morphology, organo- and histometric features of the heart and lungs of a sexually mature domestic dog (*Canis Lupus Familiaris* L., 1758) / L. Horalskyi, I. Sokulskyi, M. Ragulya et al. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26, № 12. P. 9–21. doi: 10.48077/scihor12.2023.09.

407. Morphometric indicators of the heart of domestic ram – *Ovis Aries* L., 1758 / M. Ragulya, L. Horalskyi, I. Sokulskyi, N Kolesnik. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*. 2024. Vol. 6, № 2. P. 68–75.

408. Morse E. D., Hamlett W. C., Noble C. W. Morphogenesis of chordae tendineae. I: Scanning electron microscopy. *Anat. Rec.* 1984. Vol. 210, № 4. P. 629–638.

409. Myoarchitecture and vasculature of the heart ventricle in some freshwater teleosts / K. Simões, C. A. Vicentini, A. M. Orsíl, C. Cruz. *J. Anat.* 2002. Vol. 200, № 5. P. 467–475.

410. Myocardial fiber and connective tissue architecture in the fish heart ventricle / D. Sanchez-Quintana, V. García-Martínez, V. Climent, J. M. Hurlé. *Journal of Experimental Zoology. Part A: Comparative Experimental Biology*. 1996. Vol. 275, № 2. P. 112–124.

411. Myocardial fiber diameter and regional distribution in the ventricular wall of normal adult hearts, hypertensive hearts and hearts with hypertrophic cardiomyopathy / T. Hoshino, H. Fujiwara, C. Kawai, G. Hamashume. *Circulation*. 1983. Vol. 67. P. 1109–1116.

412. Myocardialization: a novel mechanism of cardiac septation / A. F. M. Moorman, D. Franco, W. H. Lamers et al. *Etiology and Morphogenesis of Congenital Heart Disease: twenty years of progress in genetics and developmental biology* / (Eds.) E. B. Clark, M. Nakazawa, A. Takao. Armonk, NY : Futura Publishing Company, 2000. P. 131–135.

---

413. Myocyte death, growth, and regeneration in cardiac hypertrophy and failure / B. Nadal-Ginard, J. Kajstura, A. Leri, P. Anversa. *Circulation research*. 2003. Vol. 92, № 2. P. 139–150.

<https://doi.org/10.1161/01.res.0000053618.86362.df>

414. Nakamura A., Manasek F. J. Fate of atrioventricular endocardial cushions in the developing chick heart. *J. Embryol. Exp. Morphol.* 1983. Vol. 68, № 12. P. 244–255.

415. Nascone N., Mercola M. An inductive role for the endoderm in *Xenopus* cardiogenesis. *Development*. 1995. Vol. 121, № 2. P. 515–523.

416. New phylogenomic data support the monophyly of Lophophorata and an Ectoproct-Phoronid clade and indicate that Polyzoa and Kryptrochozoa are caused by systematic bias / M. P. Nesnidal, M. Helmkampf, A. Meyer et al. *BMC evolutionary biology*. 2013. Vol. 13. P. 253. <https://doi.org/10.1186/1471-2148-13-253>

417. Nielsen C, Scharff N, Eibye-Jacobsen D. Cladistic analyses of the animal kingdom. *Biol. J. Linn. Soc.* 1996. Vol. 57, № 4. P. 385–410.

418. Noninvasive assessment of the developing *Xenopus* cardiovascular system using optical coherence tomography / S. A. Boppart, G. J. Tearney, B. E. Bouma et al. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 1997. Vol. 94, № 9. P. 4256–4261.

419. Nonobstructive membranes of the left atrial appendage cavity: report of three cases / N. Bakris., D. A., Tighe., J. A. Rousou et al. *Journal of the American Society of Echocardiography : official publication of the American Society of Echocardiography*. 2002. Vol. 15. P. № 3. P. 267–270.

420. Normal Development of the Outflow Tract in the Rat / Jing Ya, F. M. Moorman, W. H. Lamers et al. *Circ. Res.* 1998. Vol. 82, № 4. P. 464–472.

---

421. Norman H. U., Yost H. J., Clark E. B. Cardiac Morphology and Blood Pressure in the Adult Zebrafish. *Anat. Rec.* 2001. Vol. 264, iss. 1. P. 1–12.

422. Northcutt R. G. Evolution of centralized nervous systems: two schools of evolutionary thought. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.* 2012. 109 Suppl 1(Suppl 1). P. 10626–10633. <https://doi.org/10.1073/pnas.1201889109>

423. Optimal vortex formation as an index of cardiac health / M. Gharib, E. Rambod, A. Kheradvar et al. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.* 2006. Vol. 103, № 16. P. 6305–6308.

424. Oriented clonal cell growth in the developing mouse myocardium underlies cardiac morphogenesis / S. M. Meilhac, M. Esner, M. Kerszberg et al. *J. Cell Biol.* 2004. Vol. 164, № 1. P. 97–109.

425. Outflow tract septation and the aortic arch system in reptiles: lessons for understanding the mammalian heart / R. E. Poelmann, A. Gittenberger-de Groot C, M. Biermans et. al. *Evodevo.* 2017. Vol. 8. 9 p.

426. Ozbag, D. The morphologic investigation and comparison of the tendinous chords of the left ventricle in man, dog, sheep and goat. *Turkiye Klinikleri J Med Sci.* 2001. Vol. 21. P. 459–466.

427. Özbey N. P., Thompson M. A., Taylor R. C. The regulation of animal behavior by cellular stress responses. *Experimental cell research.* 2021. Vol. 405, № 2., 112720. <https://doi.org/10.1016/j.yexcr.2021.112720>

428. Pace N. R., Sapp J., Goldenfeld N. Phylogeny and beyond: Scientific, historical, and conceptual significance of the first tree of life. *Proceedings of the National Academy of Sciences*

---

of the United States of America. 2012. Vol. 109, № 4. P. 1011–1018. <https://doi.org/10.1073/pnas.1109716109>

429. Padala S. K, Cabrera J. A, Ellenbogen K. A. Anatomy of the cardiac conduction system. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2021. Vol. 44, No 1. P. 15–25. doi: 10.1111/pace.14107.

430. Peculiarities of organometry and morphoarchitectonics of the heart of the Domestic ram (*Ovis aries* L., 1758) / L. Horalskyi, M. Ragulya, N. Kolesnik, I. Sokulskyi. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences.* 2023. Vol. 14, No. 4. P. 40–58.

431. Pelster B. Environmental influences on the development of the cardiac system in fish and amphibians. Comparative biochemistry and physiology. Part A, *Molecular & integrative physiology.* 1999. Vol. 124, № 4. P. 407–412. [https://doi.org/10.1016/s1095-6433\(99\)00132-4](https://doi.org/10.1016/s1095-6433(99)00132-4)

432. Pérez W., Katz H., Lima M. Gross heart anatomy of *Arctocephalus australis*. *Anatomical Science International.* 2008. № 83. P. 6–10.

433. Perez W., Lima M. Brief description of the cardiac anatomy in a tiger (*Panthera tigris*, Linnaeus, 1758): a case report. *Veterinarni Medicina.* 2007. Vol. 52. P. 83–86.

434. Peter A. K., Bjerke M. A., Leinwand L. A. Biology of the cardiac myocyte in heart disease. *Molecular biology of the cell.* 2016. Vol. 27, iss. 14. P. 2149–2160.

435. Peter A. K., Bjerke M. A., Leinwand L. A. Biology of the cardiac myocyte in heart disease. *Molecular biology of the cell.* 2016. Vol. 27, № 14. P. 2149–2160. <https://doi.org/10.1091/mbc.E16-01-0038>

436. Peters C. H, Sharpe E. J, Proenza C. Cardiac pacemaker activity and aging. *Annu. Rev Physiol.* 2020. Vol. 82. P.21–43. doi: 10.1146/annurev-physiol-021119-034453.

437. Petersen M., Andersen J., Hjelvang B. Association of beta-adrenergic receptor polymorphism and mortality in

---

carvedilil-treated chronic heart-failure patients. *British J of Clinical Pharmacology*. 2010. Vol. 71, № 4. P. 556–565.

438. Phylogenomics reveals deep molluscan relationships / K. M. Kocot, J. T. Cannon, C. Todt et al. *Nature*. 2011. Vol. 477, № 7365. P. 452–456. <https://doi.org/10.1038/nature10382>

439. Phylogenomics revives traditional views on deep animal relationships / H. Philippe, R. Derelle, P. Lopez et al. *Current biology. CB*. 2009. Vol. 19, № 8. P. 706–712. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.02.052>

440. Phylogeny of the Metazoa Based on Morphological and 18S Ribosomal DNA Evidence / J. Zrzavý, S. Mihulka, P. Kepka et al. *Cladistics : the international journal of the Willi Hennig Society*. 1998. Vol. 14, № 3. P. 249–285. <https://doi.org/10.1111/j.1096-0031.1998.tb00338.x>

441. Pronych S., Wassersug R. Lung use and development in *Xenopus laevis* tadpoles. *Canadian journal of zoology*. 1994. Vol. 72. P. 738–743. <https://doi.org/10.1139/z94-099>

442. Queiroz L. L., Moura L. R., & Veridiana M. B. Morphometric assessment of canine heart without macroscopically visible changes caused by cardiac disease. *Ciencia Animal Brasileira*. 2018. Vol. 19, article number e-43748. DOI: 10.1590/1809-6891v19e-43748

443. Relating myocardial laminar architecture to shear strain and muscle fiber orientation / T. Arts, K. D. Costa, J. W. Covell, A. D. McCulloch. *Heart and circulatory physiology*. 2001. Vol. 280, № 5. P. 2222–2229.

444. Richard P. H. Patterning the vertebrate heart. *Nature Reviews Genetics*. 2002. Vol. 3, № 7. P. 544–556.

445. Risebro C. A., Riley P. R. Formation of the ventricles. *The Scientific World Journal*. 2006. Vol. 6. P. 1862–1880.

---

446. Rose C. S., James B. Plasticity of lung development in the amphibian, *Xenopus laevis*. *Biology open*. 2013. Vol. 2(12). P. 1324–1335. <https://doi.org/10.1242/bio.20133772>

447. Rosslenbroich B. The Significance of an Enhanced Concept of the Organism for Medicine. *Evidence-based complementary and alternative medicine : Ecam*. 2016. 1587652. <https://doi.org/10.1155/2016/1587652>

448. Rottman J. N., Ni G., Brown M. Echocardiographic evaluation of ventricular function in mice. *Echocardiography*. 2007. Vol. 24, № 1. P. 83–89.

449. Ruppert E. E., Carle K. J. Morphology of metazoan circulatory systems. *Zoomorphology*. 1983. Vol. 103. P. 93–208.

450. Sa D. D., Chen H. H. The role of natriuretic peptides in heart failure. *Curr. Cardiol. Rep*. 2008. № 10(3). P. 182–189.

451. Sabit R., Bolton C. E., Fraser A. G. Sub-clinical left and right ventricular dysfunction in patients with COPD. *Respir. Med*. 2010. Vol. 104, № 8. P. 1171–1178.

452. Scanning Behavior in Echolocating Common Pipistrelle Bats (*Pipistrellus pipistrellus*) / A. M. Seibert, J. C. Koblitz, A. Denzinger, H. U. Schnitzler. *PloS ONE*. 2013. Vol. 8(4). e60752.

453. Schipke J., Banmann E., Nikam S. The number of cardiac myocytes in the hypertrophic and hypotrophic left ventricle of the obese and calorie – restricted mouse heart. *J. Anat*. 2014. Vol. 225(5). P. 539–547.

454. Schmidt-Ukaj S., Gumpenberger M., Posautz A., Strauss V. The Amphibian Heart. The veterinary clinics of North America. Exotic animal practice. 2022. Vol. 25, № 2. P. 367–382. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2022.01.002>

455. Scimone M. L., Srivastava M., Bell G. W., A regulatory program for excretory system regeneration in planarians. Reddien. *Development (Cambridge, England)*. 2011.

---

Vol. 138, № 20. P. 4387–4398.  
<https://doi.org/10.1242/dev.068098>

456. Scott G. R. Elevated performance: The unique physiology of birds that fly at high altitudes. *J. Exp. Biol.* 2011. Vol. 214. P. 2455–2462. doi: 10.1242/jeb.052548.

457. Sherwood L. Human physiology: from cells to systems. 7-th revised.- Cengage Learning. 2008. 567p.

458. Sievi N. A., Clarenbach C. F., Camen G. High prevalence of altered cardiac repolarization in patients with COPD. *BMC Pulm. Med.* 2014. Vol. 14. P. 55–57.

459. Sinus node dysfunction and hyperpolarization-activated (HCN) channel subunit remodeling in a canine heart failure model / S Zichaa, M. Fernández-Velasco, G. Lonardo et. al. *Cardiovasc. Res.* 2005. Vol. 66, No 3. P. 472–481. doi: 10.1016/j.cardiores.2005.02.011.

560. Sissman H. J. Developmental landmarks in cardiac morphogenesis: comparative chronology. *Am. J. Cardiol.* 1990. Vol. 25, № 2. P. 141–149.

461. Smith F. M., West N. H., Jones D. R. Chapter 9 - The Cardiovascular System. In: Whittow G.C., editor. *Sturkie's Avian Physiology*. 5th ed. Academic Press; Cambridge, MA, USA: 2000. P. 141–231.

462. Sissman N. J, Rao P. S. Congenital heart disease in the de Lange syndrome. *The Journal of pediatrics*. 1971. Vol. 79, № 4. P. 674–677.

463. Solc D. The heart and heart conducting system in the kingdom of animals: A comparative approach to its evolution. *Experimental and clinical cardiology*. 2007. Vol. 12, № 3. P. 113–118.

464. Soltis D. E., Soltis P. S. The role of phylogenetics in comparative genetics. *Plant physiology*. 2003. Vol. 132, № 4. P. 1790–1800. <https://doi.org/10.1104/pp.103.022509>

---

465. Souza de E. J., Ahmed W. Chan V. Cardiac myocytes dynamic contractile behavior differs depending on heart segment. *Biotechnology and bioengineering*. 2013. Vol. 110(2). P. 628–636.

466. Spatial arrangement of the heart muscle fascicles and intramyocardial connective tissue in the Spanish fighting bull / D. Sanchez-Quintana, V. Climent, V. Garcia-Martinez et al. *J. Anat.* 1994. Vol. 184, Pt. 2. P. 273–283.

467. Spongy left ventricular myocardium in an adult / C. P. Shah, K. S. Nagi, R. K. Thakur et al. *Tex Heart Inst. J.* 1998. Vol. 25, № 2. P. 150–151.

468. Stoger I, SchrodL M. Mitogenomics does not resolve deep molluscan relationships (yet?). *Mol. Phylogenet. Evol.* 2013. Vol. 69, № 2. P. 376–92.

469. Storlund R. L., Rosen D. A. S., Trites A. W. Electrocardiographic Scaling Reveals Differences in Electrocardiogram Interval Durations Between Marine and Terrestrial Mammals. *Frontiers in physiology*. 2021. 12, article number 690029. DOI: [10.3389/fphys.2021.690029](https://doi.org/10.3389/fphys.2021.690029)

470. Structure and Function of the Developing Zebrafish Heart / N. Hu, D. Sedmera, H. J. Yost, E. B. Clark. *The Anatomical Record*. 2000. Vol. 260, № 2. P. 148.

471. Sumida H., Nakamura H., Satow Y. Distribution of vitro-nectin in the embryonic chick heart during endocardial cell migration. *Arch. Histol. Cytol.* 1990. Vol. 53, № 1. P. 81–88.

472. Support for the monophyletic origin of Gnathifera from phylogenomics / A. Witek, H. Herlyn, I. Ebersberger et al. *Molecular phylogenetics and evolution*. 2009. Vol. 53, № 3. 1037–1041. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2009.07.031>

473. Survey of the prevalence, diagnosis and treatment of dermatological conditions in small animals in general practice / P. B. Hill, A. Lo, C. A. Eden et al. *The Veterinary record*. 2006.

---

Vol. 158, № 16. P. 533–539.  
<https://doi.org/10.1136/vr.158.16.533>

474. Swift F., Christensen G. Calcium release units in heart failure: that's about the size of it. National Library of Medicine. *Cardiovascular research*. 2012. Vol. 95, № 4. P. 397–398.

475. Takayama Y., Costa K. D., Covell J. W. Contribution of laminar myofiber architecture to load-dependent changes in mechanics of LV myocardium. *Am. J. Physiol. Heart. Circ. Physiol.* 2002. Vol. 51, № 4. P. H1510–H1520.

476. Taylor E. W., Jordan D., Coote J. H. Central control of the cardiovascular and respiratory systems and their interactions in vertebrates. *Physiological Reviews*. 1999. Vol. 79, № 3. P. 855–916.

477. Temperature – induced cardiac remodeling in fish / A. N. Keen, J. M. Klaiman, H. A. Shiels, T. E. Gillis. *J. Exp. Biol.* 2017. Vol. 15, № 220. P. 147–160.

478. Tessmar-Raible K. The evolution of neurosecretory centers in bilaterian forebrains: insights from protostomes. *Semin. Cell Dev. Biol.* 2007. Vol. 18, № 4. P.492–501.

479. The anatomical basis of bradycardia-tachycardia syndrome in elderly dogs with chronic degenerative valvular disease / S. Nakao, A. Hirakawa, R. Fukushima et. al. *J. Comp. Pathol.* 2012. Vol. 146, No (2–3). P. 175–182. doi: 10.1016/j.jcpa.2011.03.016.

480. The Cambrian conundrum: early divergence and later ecological success in the early history of animals / D. H. Erwin, M. Laflamme, S. M. Tweedt et al. *Science (New York, N.Y.)*. 2011. Vol. 334, № 6059. P. 1091–1097.  
<https://doi.org/10.1126/science.1206375>

481. The cardiovascular disease continuum validated: clinical evidence of improved patient outcomes. Part I: Pathophysiology and clinical trial evidence (risk factors through

---

stable coronary artery disease) / Victor J. Dzau, Elliott M. Antman, Henry R. Black et. al. *Circulation*. 2006. Vol. 114, № 25. P. 2850–2870.

482. The ctenophore genome and the evolutionary origins of neural systems / L. L. Moroz, K. M. Kocot, M. R. Citarella et al. *Nature*. 2014. Vol. 510, № 7503. P. 109–114.  
<https://doi.org/10.1038/nature13400>

483. The development of stu 132rgeon heart/ J. M. Icardo et al. *Anat Embryol (Berl)*. 2004. Vol. 208. P. 439–449.

484. The differential effect of propofol on contractility of isolated myocardial trabeculae of rat and guinea-pig / J. van Klarenbosch, G. J. M. Stienen, W. de Ruijter et al. *British journal of pharmacology*. 2001. Vol. 132, № 3. P. 742–748.

485. The Importance of Animal Models in Biomedical Research: Current Insights and Applications / A. Domínguez-Oliva, I. Hernández-Ávalos, J. Martínez-Burnes et. al. *Animals : an open access journal from MDPI*. 2023. Vol. 13, № 7. P 1223.  
<https://doi.org/10.3390/ani13071223>

486. The morphofunctional features of the heart associated with acute morphine poisoning during the period of chronic drug intoxication / A. Z. Altaeva, F. A. Galitskiy, T. Z. Zhakupova et al. *Sud Med Ekspert*. 2016. Vol. 59, № 3. P. 12–15. doi: 10.17116/sudmed201659312-15.

487. The new animal phylogeny: reliability and implications / A. Adoutte, G. Balavoine, N. Lartillot et al. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2000. Vol. 97, № 9. P. 4453–4456.

488. The noseleaf of rhinolophus formosae focuses the frequency modulated (fm) component of the calls / Vanderelst Dieter, Lee Ya-Fu, Geipel Inga et al. *Frontiers in physiology*. 2013. Vol. 4. P. 191.

---

489. The role of the sarcoplasmic reticulum in the generation of high heart rates and blood pressures in reptiles / G. L. J. Galli, H. Gesser, E. W. Taylor et al. *Journal of Experimental Biology*. 2006. Vol. 209, № 10. P. 1956–1963.

490. The trabeculated right ventricular free wall in the chicken heart forms by ventricularization of the myocardium initially forming the outflow tract / M. S. Rana, W. H. Lamers, A. F. M. Moorman et al. *Circ. Res.* 2007. Vol. 100, № 7. P. 1000–1007.

491. Thiyagarajah A, Lau D. H, Sanders P. Atrial fibrillation and conduction system disease: The roles of catheter ablation and permanent pacing. *J. Interv. Card. Electrophysiol.* 2018. Vol. 52, No 3. P. 395–402. doi: 10.1007/s10840-018-0429-9.

492. Three-dimensional reconstruction of cardiac sarcoplasmic reticulum reveals a continuous network linking transverse-tubules: this organization is 404 perturbed in heart failure / C. Pinali, H. Bennett, J. B. Davenport et al. *Circ. Res.* 2013. Vol. 113, № 11. P. 1219–1230.

493. Time domains of the hypoxic ventilatory response in ectothermic vertebrates C. Porteus, M. S. Hedrick, J. W. Hicks, T. Wang, W. K. Milsom. *Journal of comparative physiology. B, Biochemical, systemic, and environmental physiology*. 2011. Vol. 181 No 3. P. 311–333. <https://doi.org/10.1007/s00360-011-0554-6>

494. Tirziu D., Giordano F. J., Simons M. Cell communications in the heart. *Circulation* 2010. Vol. 122, № 9, P. 928–937.

495. Tong W. Analyzing the biology on the system level. *Genomics, proteomics & bioinformatics*. 2004, Vol. 2, № 1. P. 6–14. [https://doi.org/10.1016/s1672-0229\(04\)02002-9](https://doi.org/10.1016/s1672-0229(04)02002-9)

496. Ultrastructural study of the myocardial wall of the atrio-ventricular canal during the development of the embryonic chick heart / H. Arrechedera, M. Strauss, C. Arguello et al.

---

*Journal of molecular and cellular cardiology*. 1984. Vol. 16, № 10. P. 885–895.

497. Van Praagh, R. Normal Anatomy of the heart and segmental approach to the diagnosis. *Morphology and morphometry of the normal heart and in congenital heart defects*. 1990. № 3. P. 7–31.

498. Vanderelst D., Jonas R., Herbert P. The furrows of Rhinolophidae revisited. *Journal of the Royal Society Interface*. 2012. Vol. 9. P. 1100–1103.

499. Variability in the cardiac venous system of Wistar rats / L. Krešáková, H. Purzyc, I. Schusterová et al. *J Am Assoc Lab Anim Sci*. 2015. Vol. 54, № 1. P. 10–16.

500. Ventricular structure-function relations in health and disease: Part I. The normal heart / G. D. Buckberg, J. I. Hoffman, H. C. Coghlan, N. C. Nanda. *European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*. 2015. Vol. 47, No 4. P. 587–601.  
<https://doi.org/10.1093/ejcts/ezu278>

501. Ventricular trabeculations in the chick embryo heart and their contribution to ventricular and muscular septal development / G. Ben-Sahchar, R. A. Arcilla, R. V. Lucas, F. Manasek. *J. Circ. Res*. 1985. Vol. 57, № 5. P. 759–766. doi: 10.1161/01.res.57.5.759

502. Victor S., Nayak V. M., Raveen R. Evolution of the ventricles. *Tex. Heart Inst. J*. 1999. Vol. 26, № 3. P. 168–175.

503. Virpi Tiitu. Temperature as a modifier of fish cardiac contractility : PhD Dissertations in Biology / University of Joensuu. Joensuu, 2002. 110 p.

504. Vuillemin M., Pexieder T. Normal stages of cardiac organogenesis in the mouse: 1. Development of the external shape of the heart. *Am. J. Anat*. 1989. Vol. 234, № 3. P. 129–135.

---

505. Wagner M., Siddiqui M. A. Q. Signal transduction in early heart development (I): cardiogenic induction and heart tube formation. *Exp. Biol. Med.* 2007. Vol. 232, № 7. P. 852–865.

506. Walsh K. B., Parks G. E. Changes in cardiac myocyte morphology alter the properties of voltage-gated ion channels. *Cardiovascular research*. 2002. Vol. 55, № 1. P. 64–75.

507. Wang B., Tedder M., Perez C. E. Structural and biomechanical characterizations of porcine myocardial extracellular matrix. *Journal of materials science. Materials in medicine*. 2012. Vol. 23, № 8. P. 1835–1847.

508. Wang R. M., Christman K. L. Decellularized myocardial matrix hydrogels: in basic research preclinical studies. *Adv. Drug. Deliv. Rev.* 2016. № 15, № 96. P. 77–82.

509. Ward D. E., Camm A. J. Methodologic problems in the use of atrial pacing studies for the assessment of A-V conduction. *Clinical cardiology*. 1980. Vol. 3, № 3. P. 155–162. <https://doi.org/10.1002/clc.4960030301>

510. Warren W. C., Hillier L. W., Marshall Graves J. A., Birney E, Ponting CP, Grutzner F, Belov K, Miller W, Clarke L, Chinwalla AT, et al. 2008. Genome analysis of the platypus reveals unique signatures of evolution / W. C. Warren, L. W. Hillier, J. A. Marshall Graves et. al. *Nature* Vol. 453. P. 175–183. 10.1038/nature06936

511. Wensel R., Francis D. Prognosis in patients with chronic heart failure; it's the way they breathe that matters. *Heart*. 2014. Vol. 100, № 10. P. 754–755.

512. Wessels A., Sedmera D. The anatomy of the postnatal heart in mouse and human. *Physiol. Genomics*. 2003. Vol. 15. P. 165–175.

513. Xanthos T., Dalivigkas I., Ekmektzoglou K. A. Anatomic variations of the cardiac valves and papillary muscles

---

of the right heart. *Ital J Anat Embryol.* 2011. №116 (2). P. 111–126.

514. Xiao S., Laflamme M. On the eve of animal radiation: phylogeny, ecology and evolution of the Ediacara biota. *Trends in ecology & evolution.* 2009. Vol. 24, № 1. P. 31–40. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.07.015>

515. The content of calcium and phosphorus in the blood of cows with a different tonus of the autonomic nervous system / O. V. Zhurenko, V. I. Karpovskiy, O. V. Danchuk, Yu. V. Kravchenko-Dovga. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies.* 2018. Vol. 20, № 92. P. 8–12.

**ДЛЯ НОТАТОК**

**ДЛЯ ПОТАТОК**

---

*Наукове видання*

**ЛЕОНІД ПЕТРОВИЧ ГОРАЛЬСЬКИЙ  
ІГОР МИКОЛАЙОВИЧ СОКУЛЬСЬКИЙ  
НАТАЛІЯ ЛЕОНІДІВНА КОЛЕСНІК  
МАКСИМ РУСЛАНОВИЧ РАГУЛЯ**

# **МОРФОЛОГІЯ СЕРЦЯ ХРЕБЕТНИХ ТВАРИН КЛАСУ ССАВЦІ**

*МОНОГРАФІЯ*

Макетування та дизайн обкладинки  
*Л. П. Горальським, І. М. Сокульським*

Роздруковано з оригіналу макета автора 27.02.2025  
Формат 60х84/16. Гарнітура Times New Roman  
Зам. № 15. Ум. друк. арк. 14,77  
Наклад 100 прим.

Свідцтво суб'єкта про державну реєстрацію  
ДК № 7381 від 13.07.2021 р. Поліський національний університет  
10008, м. Житомир, вул. бульвар Старий, 7