

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ  
ДНІПРОПЕТРОВСЬКА ДЕРЖАВНА МЕДИЧНА АКАДЕМІЯ

На правах рукопису

**Назарова Дар'я Іванівна**

УДК 611.127:591.4-092.9

**ФОРМОУТВОРЕННЯ СЕРЦЯ В ФІЛОГЕНЕЗИ**

14.03.01 – нормальна анатомія

Дисертація на здобуття наукового ступеня  
кандидата біологічних наук

Науковий керівник:

**Козлов Володимир Олексійович**

заслужений діяч науки і техніки  
доктор медичних наук, професор

Дніпропетровськ – 2010

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ .....	4
ВСТУП .....	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ .....	10
1.1. Формоутворення серця тварин .....	10
1.2. Формування внутрішнього рельєфу серця тварин .....	20
1.3. Гістологічна будова серця тварин .....	30
РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА ТА ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	36
2.1. Матеріал дослідження .....	36
2.2. Методи дослідження .....	38
2.2.1. Морфометричне дослідження тварини .....	38
2.2.2. Макроскопічне та макро-морфометричне дослідження серця.....	38
2.2.3. Обчислення індексів .....	39
2.2.4. Гістологічне та мікроморфометричне дослідження серця .....	39
2.2.5. Математичні методи дослідження .....	40
РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМИ СЕРЦЯ ПРОТЯГОМ ФІЛОГЕНЕЗУ .....	43
РОЗДІЛ 4. ОСОБЛИВОСТІ ВНУТРІШНЬОГО РЕЛЬЄФУ СЕРЦЯ ПРОТЯГОМ ФІЛОГЕНЕЗУ .....	80
РОЗДІЛ 5 ГІСТОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ПАПІЛЯРНО-ТРАБЕКУЛЯРНОГО АПАРАТУ СЕРЦЯ У ФІЛОГЕНЕЗІ .....	93

## РОЗДІЛ 6. АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

ДОСЛІДЖЕННЯ .....	106
ВИСНОВКИ .....	117
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	119
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	120
Додаток А Акти впровадження результатів дисертації. ....	142

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- ВР – внутрішній рельєф;  
ЗПТ – загальні параметри тварин;  
ІФС – індекс форми серця;  
КМ – кардіоміоцити;  
ПС – параметри серця;  
ПТА – папілярно-трабекулярний апарат;  
СІ – серцевий індекс;  
СМ – сосочковий м'яз;  
СС – сухожилкові струни;  
СТ – сполучна тканина.

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Інтерес до вивчення структури і функції серця в нормі і при патологічних станах на сучасному етапі ініціюється не лише бурхливим розвитком кардіології, але і необхідністю обґрунтування формоутворюючих процесів у цьому органі. Незважаючи на велику кількість робіт, присвячених морфології серця, не всі його структури вивчені однаково повно і всебічно. Меншою мірою вивчені формоутворюючі процеси серця в онтогенезі різних видів тварин.

Вивчення закономірностей будови, становлення та розвитку серця у філогенетичному аспекті є важливим і актуальним розділом не тільки у роботі науковців загального біологічного профілю, але і є необхідною складовою у дослідженнях морфології людини. Це важливо для розуміння загально-біологічних принципів побудови та формування як організму в цілому, так і окремих органів, що допоможе розкрити глибинні механізми різноманітних форм органічної патології та провести зіставлення ряду ключових морфологічних показників, які допоможуть, у подальшому, обґрунтувати доцільність та значення експериментальних досліджень на тваринах при вивченні морфології органів людини. У зв'язку з медичною доцільністю (високий рівень захворюваності на серцево-судинну патологію), особливий інтерес викликає саме дослідження серця у філогенетичному аспекті, що і було виконано у даній роботі. Тому, аналізуючи дані проведеного дослідження в порівняльному аспекті з даними, опублікованими у літературі, передусім, є необхідність зупинитися на досить важливих питаннях, які або недостатньо висвітлені, або залишаються дискутабельними.

У літературі досить добре висвітлені питання щодо морфологічних характеристик серця різних видів тварин на макроскопічному рівні [30, 63], досить вивчена зовнішня будова серця [51, 141, 191]. Але дослідження нау-

ковців стосуються окремих видів тварин, або порівнянню декількох видів. Тому для більш повного розуміння філогенетичних закономірностей формування серця нами послідовно були вивчені серця представників усіх класів хребетних. При вивченні зовнішньої будови серця багато науковців спираються на показник індексу форми серця [25, 51, 141, 142, 191]. Найчастіше увагу дослідників привертала м'язова оболонка серця, яка є основною структурою, що забезпечує біомеханіку серцевих скорочень та його формоутворення [26, 70, 95, 123, 170, 178]. Низка робіт свідчить про взаємозв'язки окремих параметрів тіла тварини з параметрами серцево-судинної системи [20, 51, 70], зокрема, показниками ізольованого серця [4, 5, 6, 7, 135, 142, 144, 191]. У більшості випадків такі факти були встановлені без використання кореляційного аналізу.

Вивчення форми серця в онтогенезі до теперішнього часу залишається актуальним питанням морфології. Значна кількість досліджень присвячується, анатомії серця, будові стінок та просторовій організації його камер [44, 47, 49, 50, 51, 52]. При цьому загальні дані про особливості будови внутрішнього рельєфу камер серця зустрічаються рідко, що не дає можливості простежити розвиток і становлення папілярно-трабекулярного апарату [14, 18, 26, 49, 51, 151], особливості його будови якого тісно пов'язані з особливостями будови серця в цілому, кількістю камер серця у різних тварин [4, 18, 48]. Вивчення папілярно-трабекулярного апарату серця різних видів тварин у постнатальному онтогенезі дозволить розкрити неоднорідний характер будови міокарда та поповнити дані для порівняльного аналізу будови міокарда [49]. У ряді наукових робіт вивчено архітекtonіку як кардіоміоцитів, так і сполучної тканини [10, 11, 12, 13, 15, 21, 42, 86]. Але ми не зустріли робіт, у яких досліджено співвідношення сполучної тканини та кардіоміоцитів у філогенетичному аспекті.

Таким чином, актуальність даного дослідження полягає у визначенні загальних закономірностей формоутворюючих процесів у серці, оскільки його морфогенез є однією з центральних проблем сучасної біології і меди-

чини. Інформація про розвиток серця в пренатальному онтогенезі достатньо широко викладена у ряді робіт [59, 80, 146], але формування серця в постнатальному онтогенезі різних видів тварин вивчено недостатньо.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана згідно з планом наукових досліджень Дніпропетровської державної медичної академії та є складовою частиною науководослідної роботи кафедри анатомії людини “Розвиток та становлення серця, його судин, папілярно-трабекулярного і клапанного апарату в онто- і філогенезі”, номер державної реєстрації 0101U000777. У її виконанні автору належать результати стосовно морфологічних особливостей серця у різних видів тварин. Тема дисертації затверджена Проблемною комісією МОЗ і АМН України “Морфологія людини” (протокол № 60 від 04 червня 2004 р.).

**Мета дослідження:** Виявити філогенетичні особливості формоутворення серця в постнатальному онтогенезі у різних видів тварин.

**Завдання дослідження:**

1. Встановити особливості форми серця та показника серцевого індексу у представників класів кісткових риб, амфібій, рептилій, птахів і ссавців.

2. Встановити кореляційні зв'язки між розмірами тіла та серця різних видів тварин.

3. Вивчити будову внутрішнього рельєфу шлуночків серця у кісткових риб, амфібій, рептилій, птахів і ссавців.

4. Вивчити особливості розташування та співвідношення сполучної та м'язової тканини стінки шлуночків серця у представників різних видів тварин.

**Об'єкт дослідження:** філогенетичні особливості формоутворення серця.

**Предмет дослідження:** макро-, мікроскопічні та морфометричні особливості серця у кісткових риб, амфібій, рептилій, птахів і ссавців.

*Методи дослідження:* препарування – для вивчення зовнішньої будови та внутрішнього рельєфу серця; гістологічний – для дослідження мікроскопічних особливостей будови серця різних видів тварин; морфометричний – для кількісного аналізу макро- та мікроскопічних показників серця; математичний – для статистичної обробки отриманих результатів.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Проведено багатопланове вивчення особливостей формоутворення серця у кісткових риб, амфібій, рептилій, птахів і ссавців. Вперше дано комплексну оцінку взаємозв'язків між розмірами тіла та морфометричними показниками серця у різних тварин. Вперше автором визначені особливості внутрішнього рельєфу серця та його папілярно-трабекулярного апарату у тварин різних класів. Згідно із системною класифікацією тварин встановлено особливості співвідношення сполучної та м'язової тканин міокарда шлуночків серця. Визначені філогенетичні особливості щодо зміни форми серця.

**Практичне значення одержаних результатів.** Матеріали з видової мінливості можуть використовуватися науково-дослідними інститутами, які займаються проблемами онто- і філогенезу, а також у вищих навчальних закладах медико-біологічного та природничо-наукового профілю при викладанні матеріалів з анатомії, ембріології, гістології та фізіології серця людини та тварин.

Результати дослідження впроваджені у навчальний процес на кафедрах анатомії Буковинського державного медичного університету, Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова, Запорізького державного медичного університету, Івано-Франківського національного медичного університету, Луганського державного медичного університету, Кримського державного медичного університету ім. С.І. Георгієвського, Тернопільського державного медичного університету імені І.Я. Горбачевського, Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького та Сумського державного університету; на кафедрі топографічної анатомії та оперативної хірургії Буковинського державного медичного університету; на



кафедри гістології, цитології та ембріології Тернопільського державного медичного університету імені І.Я. Горбачевського; на кафедрі медичної біології Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова; на кафедрі анатомії людини та гістології Ужгородського національного університету; на кафедрі нормальної та патологічної анатомії сільськогосподарських тварин Дніпропетровського державного аграрного університету.

**Особистий внесок здобувача.** Автором самостійно проведено патентно-інформаційний пошук, визначено мету та завдання даного дослідження. Самостійно зібрано матеріал, визначено морфометричні параметри тварини та ізольованого серця різних видів тварин. Отримані дані оброблено автором за допомогою методик математичного аналізу. Автором розроблено основні теоретичні і практичні положення дисертаційної роботи, проведено аналіз і узагальнення отриманих результатів, сформульовано положення і висновки дисертаційної роботи. У наукових статтях, опублікованих у спів-авторстві, автору належать ідеї і розробки, що стосуються морфометричних показників серця.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційного дослідження оприлюднені на I та III наукових конференціях “Карповські читання” (Дніпропетровськ, 2004, 2006); Всеукраїнській науковій конференції “Актуальні питання вікової анатомії та ембріотопографії” (Чернівці, 2006); науково-практичній конференції “Прикладні аспекти морфології експериментальних і клінічних досліджень” (Тернопіль, 2008); симпозиумі “Морфогенез органів і тканин під впливом екзогенних факторів” (Сімферополь-Алушта, 2008).

**Публікації.** За темою дисертації опубліковано 5 наукових праць, з них 3 – у фахових виданнях, рекомендованих ВАК України, 2 – у матеріалах конференцій.

## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Протягом ембріогенезу здійснюються інтенсивні формоутворюючі процеси. Завдяки ним організм у цілому і його частини, з одного боку, набувають форму, типову для дорослого стану, а з іншого – форма конкретних зачатків закономірно змінюється в процесі індивідуального розвитку. Прикладом морфогенезу є процес формування серця хребетних. Серце є товстостінним м'язовим "мішком", який розділений на декілька камер. Число камер серця різне у різних класів хребетних. Відносні розміри серця закономірно змінюються в різних систематичних групах. При цьому простежується певна філогенетична закономірність.

#### 1.1. Формоутворення серця тварин

Закономірності будови кровоносної системи хребетних, як вважають Яригин В. Н. і співавтори, відповідають функціональній потребі, тому протягом філогенезу серця можна виділити ряд прогресивних змін. Такі зміни в кровоносній системі риб спрямовані на забезпечення інтенсивного метаболізму, у зв'язку з активним способом життя. У них формується серце, яке забезпечує велику швидкість пересування крові судинами. Серце складається з двох камер: передсердя і шлуночка. У земноводних у процесі пристосування до наземних умов існування зникає зяброве дихання і з'являється легеневе коло кровообігу. Одночасно відмічаються зміни будови серця і судин. Серце амфібій вже має три камери: два передсердя і шлуночок. Обидва

передсердя відкриваються в шлуночок загальним отвором. У рептилій відбуваються подальші зміни як будови серця, так і диференціювання судин. Серце рептилії трьохкамерне, має два передсердя і шлуночок, але відрізняється від серця амфібій тим, що кожне передсердя відкривається в шлуночок власним отвором, а також у шлуночку з'являється неповна перегородка. Прогресивні зміни кровоносної системи у птахів і ссавців полягають у появі повної перегородки в шлуночку, завдяки чому серце стає чотирьохкамерним [8]. З вищенаведеного можна зробити висновок, що еволюція кровоносної системи в ряду класів тварин відбувається шляхом збільшення кількості камер серця – від однокамерного до чотирьохкамерного, що обумовлено пристосуванням до більш інтенсивного способу життя.

За даними ряду дослідників лінійні маса та показники серця в цілому, а також окремих його відділів (особливо шлуночка) у риби збільшується пропорційно до маси тіла. Серце у риби розвивається швидко на ранніх стадіях ембріогенезу, його ріст та розвиток не припиняються і у постнатальному періоді, найбільш характерним проявом цього процесу є трикратне збільшення маси шлуночка серця у дорослої риби. Відносно велика шлуночкова маса у риби необхідна для розвитку високого кров'яного тиску і активного метаболізму. Автори описують пірамідальну форму серця у риби [70, 90, 155, 175].

Simões K. і співавтори описали три різні форми шлуночків: мішкоподібна, трубчаста і пірамідальна [144]. Ними досліджено морфологічні особливості шлуночкового міокарда і кровопостачання серця коронарними судинами у трьох видів прісноводних риби (*Piaractus mesopotamicus*, *Colossoma macropomum* і *Clarias gariepinus*), визначаючи форму та розміри шлуночків у залежності від активності їх способу життя. Згідно з даними цих дослідників, у риби, які ведуть більш активний спосіб життя, форма шлуночків пірамідальна, а у риби, які менш активні, визначаються шлуночки мішкоподібної форми. Товщина шлуночка серця риби також пов'язана з

об'ємом коронарної васкуляризації стінки серця. Пірамідальний шлуночок має трикутну форму з чіткими кутами, мішкоподібний – овальну або сферичну форму. Ряд дослідників також виділяють три форми шлуночків у риб: трубчасту, мішкоподібну і пірамідальну [54, 62, 135, 141, 191]. Приблизно 75 % різновидів риб мають мішкоподібний шлуночок, якій відносяться сидячі різновидів і млявих плавців, тоді як більшість активних плавців мають пірамідальний шлуночок [191]. Це підтверджується даними морфологічного аналізу шлуночків серця у трьох різновидів морських риб рода teleost: *Merluccius merluccius*, *Lophius piscatorius* і *Pagellus centrodontus*, які ведуть різний спосіб життя. Результати показали, що шлуночки морських риб мають різну форму: трубчасту форму у *Merluccius merluccius*, мішкоподібну у *Lophius piscatorius*, і пірамідальну у *Pagellus centrodontus* [135].

Температурні та сезонні зміни у воді можуть визначити ступінь активності життєдіяльності риб і серцеву функцію. За умов холодного навколишнього середовища збільшується навантаження на серцево-судинну систему, відповідно, збільшується маса серця і товщина стінки шлуночків. За умов високої температури в серці відбуваються протилежні зміни. Відносний показник маси серця риб може коливатися в межах від 0,04 % до 0,4 % від маси тіла [54, 62, 191]. Також автори наголошують, що пристосування функціонування серця в умовах низьких температур залежить від кількості іонів внутрішньоклітинного кальцію.

Детально описані в літературі архітектоніка, гістологічні та ультраструктурні особливості шлуночка серця окремих видів риб. Зокрема, африканської зубатки – прісноводної риби, що веде малоактивний спосіб життя і має мішкоподібну форму шлуночків [141]. Для антарктичної риби *Chaenocephalus aceratus* теж характерна форма серця у вигляді мішечка, округлої форми, без вираженої верхівки і має відносну масу серця, приблизно в три рази більшу, ніж у риб, які ведуть активний спосіб життя [99]. Вивчаючи будову серця морської риби *Colossoma macropomum*, яка веде акти-

вний спосіб життя, було визначено, що шлуночок у неї має пірамідальну форму [140].

Автори описують у риб двокамерне серце, яке складається з передсердя і шлуночка. До передсердя прилягає венозний синус, а до кінцевої частини шлуночка – артеріальний конус [8, 16, 24, 36, 175]. Також відмічаються розбіжності у показнику серцевого індексу у хрящових та у кісткових риб. За даними автора Наумова С. П. він дорівнює 0,6, тоді як у хрящових риб, відповідно, 0,3 [36].

Деякі автори відзначають, що серце риб складається з одного шлуночка і одного передсердя та міститься в навколосерцевій сумці, позаду останніх зябрових дуг. Перед передсердям є венозна пазуха; через цю пазуху кров поступає в передсердя, а з нього – в шлуночок. Серце риб набагато менше і відносно слабше, ніж у наземних хребетних. Маса його звичайно не перевищує 0,33 % – 2,5 %, у середньому 1 % маси тіла, тоді як у ссавців воно досягає 4,6 %, а у птахів навіть 10 % – 16 % [24, 26, 36].

Автори вважають, що серце риби Zebrafish знаходиться у перикардіальному мішечку, у порожнині грудної клітки. Серце розділено на передсердя трикутної форми і на шлуночок пірамідальної форми, від якого починається артеріальна цибулина грушоподібної форми [71, 200, 201].

У літературі зустрічаються описання серця земноводних. За даними ряду авторів серце у жаби розташоване в грудочеревній порожнині під грудиною. Серце жаби трикамерне, складається з двох передсердь і одного шлуночка. Перегородка між передсердям повна і сполучається з шлуночком одним отвором. Атріовентрикулярний отвір забезпечений стулковими клапанами. Окрім вказаних відділів ще є венозна пазуха, що сполучається з правим передсердям, і артеріальний конус [8, 16, 19, 24, 26, 36, 37].

Згідно даних Наумова С. П., серцевий індекс варіює і залежить від рухової активності земноводних. Дослідженнями встановлено, що у малої трав'яної і зеленої жаб, які мало рухаються, серцевий індекс дорівнює 0,35 –

0,55, а наземної зеленої жаби, яка рухається активніше – 0,99 [36]. Деякі дослідники використовували гістологічні зрізи для визначення формоутворення серця у жаб, використовували тривимірні методи реконструкції, щоб одержати точні моделі з цифровим зображенням, розкриваючи морфологічні зміни, які супроводжують диференціювання серця [121, 153, 182].

За даними дослідників, серце більшості рептилій трикамерне, перегородка між передсердям завжди повна, а у шлуночку міститься неповна перегородка. Вважається, що у ящірки звичайної вертикальна перегородка, що відходить від черевної сторони шлуночка, стані систоли на короткий момент розділяє шлуночок на ліву і праву частини. Серцевий індекс рептилії дослідники визначають на рівні 2,1 [8, 16, 24, 26, 36, 68, 75].

Ряд дослідників погоджуються, що серце ящірки трикамерне, і зазначають, що форма серця деяких ящірок овальна, більш видовжена. Міжшлуночкова перегородка горизонтальна і ділить шлуночок на спинні і черевні западини. Автори вважають, що спинно-шлуночкова камера більш об'ємна, ніж черевна. У ділянці верхівки шлуночка перегородка цілісна, але у ділянці основи вона приймає відхилене положення [69, 142].

При порівняльному аналізі вивчених сердець черепахи, змії, ящірки та крокодила було визначено, що серце останнього відрізняється від інших рептилій формуванням повної перегородки, яка розділяє серце на чотири камери, а серця черепахи, змії і ящірки складаються з двох передсердь, відокремлених повною перегородкою і єдиного спільного шлуночка. Але міжшлуночкова перегородка у цих тварин має одну особливість – це 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 – спиннобічну у рептилій [106]. Дані висновки підтверджують інші дослідники, які, порівнюючи серце крокодила, у якого чотирикамерне серце, і трикамерне серце у ящірки, дійшли висновку, що в процесі еволюції в розвитку і

формуванні серця у представників класу рептилій – крокодили є перехідною ланкою в межах цих трьох груп і інтерпретуються як адаптація до високого тиску системного кровообігу. Розвиток повної міжшлуночкової перегородки у крокодилів і птахів був обумовлений трьома головними тенденціями: по-перше, розвиток високого тиску викликав злиття більшої частини об'єднаного атріовентрикулярного клапана до розміру отвору середньої артерії; по-друге, ліве шунтування поступово ставало надмірним і вертикальна перегородка була з'єднана з аортально-легеневою перегородкою (що дає початок пташиному шлуночку); і по-третє, ліве шунтування ставало все більш важливим і вертикальна перегородка була з'єднана з міжаортальною перегородкою (що дає початок крокодиловому шлуночку) [65, 97].

Держинський Ф. Я. та інші автори зазначають, що серце птахів чотирикамерне і складається з двох передсердь і двох шлуночків. Відносні розміри серця птахів, за даним Наумова С. П., порівняно з іншими хребетними, великі, що пов'язано з інтенсивнішим обміном речовин, і серцевий індекс у птахів дорівнює 2,5. Кульчицкий К. И. вважає, що у птахів частіше зустрічається конічна форма серця, лише у деяких видів птахів вона сильно подовжена. Він вказує, що маса серця у дрібних птахів відносно більша, ніж у більших за розмірами, що пов'язано з інтенсивнішим обміном речовин. Простежена також залежність між відносною масою серця і енергійністю рухів. Наумов С. П. дійшов висновку, що у вида гарного літуна, наприклад, маса серця більша і вона дорівнює 1,7 % маси тіла, ніж у вида поганого літуна – 0,9 % [8, 16, 24, 26, 36].

Вивчаючи модифікації міокардіальної будови серця птахів, шляхом аналізу електронограм та гістологічних зрізів з морфометрією, автори відзначають, що міокард пристосовується до зміни функціональних вимог гіпер- або гіпоплазії, і адекватне навантаження важливе для нормального серцевого морфогенезу і розвитку типових міокардіальних зразків [59, 63, 102, 161].

Під час розвитку курячого і мишачого ембріонів авторами була введена ретіноєва кислота, що призвело до дефектів серцево-судинної системи. Порушувалося серцеве перекручення, сповільнювався розвиток передсердь і венозної пазухи, змінювалася форма серця [73, 81, 162]. Nakamura A. досліджував роль серцевого кардіогеля в ембріональному розвитку пташеняти. Дослідження показало, що при видаленні ферментів, які містить кардіогель, змінюється форма серця повністю [150].

Мета дослідження авторів Kharin S, Antonova N, Shmakov D. полягає в тому, щоб дослідити шлуночкові міокардіальне збудження у птахів для поліпшення знань про розвиток шлуночкової активації. Одержані дані свідчать, що активація лівого шлуночка міокарда у курчат під час контравентрикулярної стимуляції в порівнянні з синусним ритмом значно менша [101, 112].

У хребетних серце є першим органом, який формується і виконує життєво важливу роль в залежності від розподілу живильних речовин і кисню в ембріоні. Спочатку воно функціонує як кардіальна трубка і складається з контрактильного міокарда, що діє як центральної насос. Потім відбувається регіоналізація цієї структури, що сприяє у дорослих птахів і ссавців утворенню чотирикамерного серця [132, 133, 197]. Останні дослідження кардинально вплинули на уявлення щодо кардіогенезу: дотепер вважалося лише одне джерело клітин міокардіальних попередників, але було доведено, що є два самостійні джерела цих клітин. Дослідження на ембріонах курей і мишей показали [124, 192], що видалення кардіального півмісяця не повністю усуває формування кардіальної трубки, що друге джерело міокардіальних клітин знаходиться у фарінгеальній мезодермі. Ці дослідження також показали, що рання кардіальна трубка у ембріонів мишей має істотні якісні особливості лівого шлуночка, – серце змінює свою форму в результаті процесу петлеутворення та в результаті експансії міокарда, що призводить до утворення кардіальних камер [67, 74, 80, 88, 193]. У більшості хребетних



клітинні попередники серця розташовані поряд із попередниками клітин голови. У жаб і ссавців тканинні шари, які відповідальні за індукцію серця і голови, типологічно відмінні, але швидше за все функціонально аналогічні [146, 163, 177].

Дослідники зазначають, що серце у ссавців чотирикамерне і складається з двох передсердь і двох шлуночків [8, 16, 24, 26, 36, 38, 39]. Оскільки відносні розміри серця різні у видів із різним способом життя і різною інтенсивністю обміну речовин, то серцевий індекс, за даними автора, дорівнює в середнього – 1,7. Зв'язок між розмірами тіла і величиною серця корельноє з серцевим індексом екологічно близьких видів тварин. Наприклад, у великого ховраха цей показник рівний – 0,61, а у малого ховраха – 0,82, у кролика – 0,2. Цей факт доводить, що серцевий індекс залежить від рухової активності. Тому у кролика відносні розміри серця в три рази менші, ніж у зайця [36].

Дослідження вчених показали, що шлуночки серця ссавців формуються з шлуночкової петлі. Спочатку шлуночкові частини первинної трубки формуються із стебла серцевої труби, утвореного з первинного кардіально-го півмісяця, і дистальною частини, сформованої від другої серцевої ділянки [72, 77, 79, 92, 100, 157, 169].

Після ретельного вивчення процесу розділення серця на камери, вчені висунули гіпотезу, що перегородки, є не що інше, як згини з позасерцевої жирової тканини, включеної між згорнутими шарами міокарда [78, 82, 117, 128]. За даними авторів нормальна геометрична форма у лівого шлуночка в чотирикамерному серці має форму витягнутого еліпса. Серцева порожнина неоднорідна через присутність папілярно-трабекулярного апарату. Істотні неоднорідності також існують в стінках лівого шлуночка, особливо це стосується її товщини. Задньолатеральна стінка лівого шлуночка є значно товщею, ніж перегородка. Поступове потоншення стінки лівого шлуночка спостерігається в напрямку верхівки [107, 114, 116, 130].

Козлов В. О. і співавтори, простежуючи зовнішні формоутворюючі процеси серця протягом філогенезу, співставляли зовнішню форму серця риб, рептилій, птахів та ссавців із стадіями формоутворюючих етапів серця людини в онтогенезі та показали, що форма серця ембріона риби та дорослої особини відповідає стадії трубчастого серця ембріона людини, а співвідношення обсягу серця до обсягу грудної клітки становить 0,11. Таким чином, дослідження демонструє відтворення етапів онтогенетичного розвитку протягом філогенезу даного органу [30].

У роботі Кошарного В. В була приділена увага вивченню зовнішньої морфології серця щурів у нормі та в експерименті після дії випромінювання надвисокої частоти. Розподіл форм серця у щурів у нормі описаний наступним чином: 80 % представників мають конусоподібну форму, 20 % – еліпсоподібну, інших форм серця в групі щурів не спостерігалось [25].

Чирковою Е. Н. була вивчена морфологія серця диких і домашніх тварин різних видів. За її даними, маса серця тварини залежить від породи, статі та від способу життя. В досліджених екологічних групах значення абсолютної і відносної маси серця варіює. Абсолютна маса серця зі збільшенням маси тіла значно зростає. У дрібних тварин відносна маса серця вища, ніж у крупних, що пов'язано з напруженістю метаболізму, потребою в кисні і з частотою скорочення серця. У межах досліджуваної екологічної групи виділяються дві підгрупи: лісових звірів і звірів відкритих місць проживання. До останньої групи належить заєць. У порівнянні з кроликом серце зайця більше і заповнює всю передню частину грудної порожнини. Експериментально і на порівняльному матеріалі диких і домашніх тварин встановлено вплив рухливої активності на розміри серця.

Спостереження на диких і домашніх тваринах підтверджує, що рухливі види мають більше серце, малорухливі – менше. За даними Чиркової Е. Н. у зайця зустрічаються два конституціональні типи серця: конусоподібний (82 %) і конусоподібний розширений (18 %). За масою серце

зайця у чотири рази більше, ніж серце кролика. У результаті проведених нею досліджень за формою сердець, встановлені два типи серця кролика: еліпсоподібна (78 %) і еліпсоподібна звужена (22 %). Таким чином, автор вважає, що наявність меншого за розмірами і масою серця, і його складових утворень, пояснюється меншою рухливістю і відповідно низьким рівнем метаболізму у кролика в порівнянні із зайцем [51].

Лисиця, вовк і борсук є хижаками і представляють підгрупу тваринних мешканців відкритих просторів. Зустрічаються два типи серця: у лисиці еліпсоподібний (20 %) і еліпсоподібний розширений (80 %), у вовка еліпсоподібний (75 %) і еліпсоподібний розширений (25 %), у борсука еліпсоподібний (40 %) і еліпсоподібний розширений (60 %). У найбільш рухливих тварин, таких як, наприклад, лисиця, серце конусо-еліпсоподібне або еліпсоподібної форми з сильним лівим шлуночком. Форма серця тварин, які знаходяться у клітках (сріблясто-чорна лисиця), стає еліпсоподібною кулястою або кулясто-дискоїдальною з відносно сильним правим шлуночком. Найкрупніше серце встановлено у вовка, у решти представників наземної екологічної групи серце менших розмірів. Отже, Чиркова Е. Н. вважає, що у хижаків серце більше і сильно розвинене. Це пояснюється тим, що хижакам необхідна значне витривалість, інтенсивне живлення і дихання.

Вивчаючи серце косулі, спостерігаються два конституціональні типи серця: конусоподібний (45 %) і конусоподібний розширений (55 %). У домашніх тварин (кішка і собака) спостерігається три типи серця: у собаки – еліпсоподібний (40 %) і еліпсоподібний розширений (60 %), а у кішки – еліпсоподібний (38 %) і еліпсоподібний звужений (62 %). Косуля, як вовк і лисиця, мешкає у відкритих просторах і характеризується швидким бігом. Серцевий індекс у неї трохи нижчий, проте, морфометричні показники вказують на розвиток серця. За формою серце бобра наближається до округлого типу. Воно широке і сплюснене, виділяють два типи: еліпсоподібний (40 %) і кулястий (60 %) [51]. Проводячи аналіз вищевикладеного, можна від-

значити, що при порівнянні сердець тварин різних екологічних груп простежується залежність величини і форми серця від фізичних навантажень, інтенсивності метаболізму

## 1.2. Формування внутрішнього рельєфу серця тварин

За даними авторів вивчали серце риб і дійшли висновку, що воно має змішаний тип шлуночка, який складається із зовнішнього компактного шару і внутрішнього губчастого шару, і що в процесі розвитку органа збільшується товщина компактного шару, а в губчастому шарі – збільшується діаметр трабекул та діаметр судин, які кровопостачають міокард [26, 70, 140, 141]. Трабекулярний апарат в шлуночку серця риб, за даними авторів, розвивається на п'ятий день після запліднення. Шлуночковий міокардіальний шар представлений двома – трьома поруч розташованими порожнинами. Після чотирьох тижнів розвитку у шлуночку трабекулярний апарат має складну будову, але подібно компактному шару, в товщі трабекулярного шару виділяються три міжтрабекулярні порожнини (або затоки) за розміром та більш складнішою будовою. Компактний міокардіальний шар шлуночка щільний з розвинутими епікардіальними судинами. У компактному шарі вирізняють три, інколи чотири, міжтрабекулярні порожнини (затоки), і в трабекулярному шарі спостерігають – дві порожнини. У статевозрілих риб компактний шар має будову характерну для більш ранніх стадій розвитку. Розвинутість компактного шару міокарда тісно пов'язана з розміром тіла і активністю обмінна речовин. Розвиток трабекулярного шару повністю залежить від харчування і кисневого насичення. Трабекулярний апарат у шлуночку статевозрілих риб істотно товщає, в порівнянні з більш ранніми стадіями розвитку. В залежності від товщини компактного шару міокарді-

льної стінки риби змінюється і довжина трабекул та розмір і кількість міжтрабекулярних комірок [99, 175].

За даними ряду вчених вказують, що форма шлуночка риб і розвиток компактного шару пов'язані з коронарним кровообігом. Трабекули складають велику частину шлуночкової маси і підтримують серце під час систоли і діастоли. У риб в порожнині шлуночка є тонкий компактний шар з крупними і подовженими трабекулами. Довга і тонка трабекулярні петлі створюють численні крихітні міжтрабекулярні лакуни [94, 155].

Більшість авторів дотримуються наступної класифікації форми шлуночка риб в залежності від активності виду: мішкоподібна, трубчаста і пірамідальна. Змішаний шлуночковий міокард характеризується зовнішнім компактним шаром, який має кірковий шар перемінної товщини, і внутрішнім губчастим шаром. Мішкоподібна форма шлуночка зі змішаним міокардом спостерігалася у менш активних видів риб. Пірамідальна форма шлуночка зі змішаним шлуночковим міокардом знайдена у риб з підвищеною та високою активністю. Наявність губчастого шару в міокарді також залежить від форми та активності тварин. Розвинутий губчастий шар спостерігається в мішкоподібних і трубчастих шлуночках у менш активних риб. Найактивніші види мають змішані серцеві шлуночки з різною товщиною компактного шару. М'язові волокна в компактному шарі розташовані хаотично: деякі – подовжньо, інші – поперечно або під кутом. Компактний шар складається із зовнішнього подовжнього шару і внутрішнього колового шару змінної товщини. У компактному шарі добре ідентифікуються коронарні судини. Але коронарні артерії краще спостерігались на спинній поверхні шлуночка, ніж на черевній [53, 71, 144, 191].

При вивченні архітекtonіки внутрішнього рельєфу у трьох видів морських риб, результати свідчать, що в шлуночку риб *Merluccius merluccius* і *Lophius piscatorius* було добре виражено трабекулярний шар, але в шлуноч-

ку риби *Pagellus centrodontus* в тонкому компактному шарі ще були виявлені додаткові трабекули [135].

Архітектоніка волокон шлуночкового міокарда була вивчена у представників *Elasmobranch* (*Isurus oxyrinchus*, *Galeorhinus galeus*, *Prionace glauca*) і *Teleost* (*Xiphias gladius*, *Thunnus thynnus*, *Thunnus alalunga*). З'ясувалося, що компактний міокард складається з декількох шарів волокон, які розташовані в межах шлуночкових стінок. Кількість цих шарів залежить від відносної товщини компактного міокарда. В компактному міокарді у риби *Elasmobranch* на рівні атріовентрикулярного отвору трабекули розташовані хаотично. У міокарді *Teleost* виділяють два шари: компактний та незалежний від нього трабекулярний міокард. У компактному шарі навколо цибулини шлуночкового кільця спостерігається велика кількість волокон, в яких трабекули розташовані хаотично [170].

Вчені відзначають, що листки клапанів серця риби складаються з трьох шарів: зовнішнього і внутрішнього фіброзного та середнього губчастого. Внутрішній фіброзний шар перешкоджає зворотному току крові. Розтягування листка клапана в радіальному напрямку пов'язане з губчастим шаром. Синоатріальний клапан серця риб не має папілярних м'язів і сухожилкових хорд. У клапанах артеріального стовбура присутні тільки сухожилкові хорди [57, 58]. Формування серцевих подушок, за даними авторів, відбувається на рівні атріовентрикулярного каналу. З часом атріовентрикулярні подушки диференціюються в стулки атріовентрикулярного клапана [89, 173, 174, 199].

Автори вивчали формування серця на різних стадіях розвитку в *Xenopus laevis*: в ембріонів, пуголовках і маленьких жабах двох місяців. При дослідженні ембріона у стадії 33/34 серце починає крутити, утворюючи S-подібну форму. У стадії 35 у внутрішній серцевій трубці формується атріовентрикулярна подушка і з'являється серцевий вигин. Серцева труба набуває у S-подібну форму. У стадії 41 – розвивається трабекулярний апа-

рат міокарду. У стадії 44 формується атріовентрикулярний клапан, починається формування перегородки в передсерді. Легко помітна відмінність між більш товстим шлуночком і тоншим передсердям. У стадії 46 остаточно формується передсердя, утворюються серцеві ендотеліальні осередки, формуються клапани і перегородки серця. У стадії 46 в ембріональному серці спостерігається велика кількість структур серця статевозрілих тварини: сформовано шлуночок, утворено спіральний клапан в артеріозному стовбурі. Наприкінці розвитку у серцеці *Xenopus* виділяють три камери: єдиний шлуночок і два передсердя; в межах шлуночка сформовано папілярно-трабекулярний апарат, в передсердях утворюється повна перегородка та серце розміщено в межах перикардіального мішечка [56, 93, 113, 115, 131, 151, 153].

Вчені досліджували відносини між довжиною м'яза і працеспроможністю м'язової тканини, використовуючи трабекули, одержані з сердець жаби. Вимірювалися довжина м'яза і безпосередньо навантаження, виконане м'язом під час скорочення. Для вимірювання було застосовано м'язи видалені з передсердя та шлуночкового відділу. Шлуночкові м'язи склали в середньому 3,3 мм у довжину і мали масу в середньому 0,22 міліграма [94, 178]. Дослідивши механічну функцію і кисневе споживання в трабекулярних м'язах шлуночка жаби, автори вказують на те, що серцевий м'яз жаби менш ефективний, ніж більшість скелетних м'язів [179, 186].

За даними авторів, у нормальному розвитку земноводних у бластুলі ектодермальна тканина впливає на форми мезодермальної тканини. Weel-білок регулює мітотичні процеси і він необхідний для гастрюляції *Xenopus*. У ході цих досліджень доведено, що під час гастрюляції і формоутворюючих процесів в серцях ембріонів жаби Weel-білкове виснаження призводить до змін зовнішньої морфології. Автори також відзначають, що *myocardin* – незамінний компонент, регулююче серцевий розвиток міокардіального диференціювання [98, 136, 147, 148, 158].

Досліджуючи гемодинаміку шлуночка ящірки *Varanus exanthematicus*, встановлено, що всі три шлуночкові камери знаходяться в анатомічному зв'язку. Під час систоли стінкою шлуночка утворюється рівномірний тиск. Це призводить під час шлуночкового скорочення до закриття міжшлуночкового отвору в перегородці та ізоляції камер шлуночка. Таким чином, під час систоли серце ящірки схоже на чотирикамерне. Утворення рівномірно-високого тиску та розділення шлуночка на камери під час систоли, скоріше за все, пов'язано з хижим способом життя та високою інтенсивністю обміну речовин [60, 68, 120, 198].

Цікавим фактом, висвітленим дослідниками, є наявність хрящового відкладення, яке виявлено в серці декількох різновидів рептилій, птахів і ссавців. Матеріалом для дослідження послужили серця іспанських водяних черепах. Хрящова тканина розвивається від мезенхімільних клітин, які починаються фіброзною шлуночковою горизонтальною перегородкою і тягнуться вздовж легенево-аортальної перегородки. Хрящ розвивається після народження, між третім і вісімнадцятим місяцем життя; його морфогенетичне походження нез'ясоване [91, 188].

Недостатньо вивчена архітектоніка міокарда серця рептилій. У одиноких працях згадується, що міокард шлуночка серця рептилій складається із зовнішнього компактного та внутрішнього губчастого шарів [26].

За даними науковців, в пташиних ембріонах на стадії 15 – апікальні області утворюють трабекули, у стадії 17 – формується перегородка. Маркіровані осередки переміщуються вгору за течією і праворуч, формуючи міокард. На стадії 21 в курячому серці трабекулярний апарат повністю розвинений. 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 [83, 84, 103, 122, 124, 137, 149, 176, 184, 187, 189].



Автори вказують, що міокард ссавців характеризується неоднорідністю, зокрема розрізняють архітекtonіку робочого міокарда і провідної системи [154, 193], враховують регіональне скорочення стінки, біомеханіку скорочення [123], зміну товщини стінок при скороченні, розподілі напруги в стінці серця [55, 64, 76, 156].

Результати проведених досліджень Бартусевич Е. В. і співавторами вказують, що поперечний діаметр порожнини лівого шлуночка кроликів під час систоли зменшується нерівномірно в трьох паралельних площинах. Максимальне зменшення спостерігається на рівні верхівки. При скороченні серця поперечний діаметр порожнини лівого шлуночка кроликів на рівні митральних клапанів, папілярних м'язів і верхівки коротшає в більшій мірі, ніж зовнішній поперечний діаметр лівого шлуночка на відповідних рівнях. Подовжній діаметр зменшується менше, ніж поперечний. Товщина задньої стінки лівого шлуночка і міжшлуночкової перегородки у фазі скорочення збільшується більше у основі серця, ніж на рівні папілярних м'язів і верхівки. Максимальний поперечний діаметр порожнини лівого шлуночка у свиней в діастолу і систолу спостерігають в області митрального клапану. Найменший поперечний діаметр лівого шлуночка в діастолу і систолу спостерігається на рівні верхівки. Найбільша товщина задньої стінки лівого шлуночка свиней в діастолу і систолу виявлена на рівні папілярних м'язів. Якнайменша товщина задньої стінки шлуночка в різні фази серцевого циклу показана на рівні митрального клапану. Порівняння відносних значень морфометричних параметрів лівого шлуночка на різних рівнях протягом серцевого циклу у ссавців дозволило виявити міжвидову різницю в геометрії лівого шлуночка. Вченими було доведено, що діаметр порожнини лівого шлуночка серця свиней і товщина задньої стінки лівого шлуночка під час систоли змінюється нерівномірно на різних рівнях у поперечному напрямі – в середній частині. Кореляційний аналіз з функціональними показниками лівого шлуночка показав, що ударний об'єм лівого шлуночка свиней бі-

льшою мірою визначається кровонаповненням, а не скороченням [4, 5, 6, 7, 104, 118, 160, 180].

Робоча будова міокарда вивчена дослідниками в серцевих шлуночках щурів Wistar, використовуючи метод розкриття шар за шаром. Міокард шлуночка у щурів, як виявили, був сформований трьома шарами: поверхневим (субепікардіальним), середнім і глибоким (підвнутрішньо-серцевим). Поверхневі і глибокі шари виявлено в обох шлуночках, тоді як середній знаходиться лише в лівому шлуночку. Найбільші зміни виявлено у поверхневих волокнах м'язового шару: у лівому шлуночку субепікардіальні волокна мали подовжню форму, тоді як у правому шлуночку вони були поперечними до серцевої подовжньої осі. Велика частина міокардіальної маси в лівому шлуночку, за винятком верхівки, була представлена середнім шаром колових волокон. В глибокому шарі волокна орієнтуються в довжину, формуючи трабекулярні і папілярні м'язи [48, 105, 109, 172, 181]. Метод розкриття міокарду шар за шаром використовували Sanchez-Quintana D. та співавтори в шлуночках серця іспанського бика. Ними з'ясовано, що м'язові волокна формують три шари міокарду шлуночків, які за будовою повністю співпадають з будовою міокарда щурів [171].

Гуляєвою А. С. і співавтором було вивчено архітекtonіку робочих волокон міокарда і пошарову будову міокарду шлуночків в серці свині, використовуючи метод розкриття шару за шаром м'язових пучків. Було показано, що міокард в обох шлуночках має тришарову будову. Відрізняють поверхневі, середні і глибокі шари волокон міокарду. Волокна поверхневого шару мають спіральний напрямок. На верхівці серця жмути м'язових волокон занурюються глибоко у міокард, даючи початок волокнам глибокого шару. Середній шар в обох серцевих шлуночках представлений коловими волокнами, які відсутні на верхівці обох шлуночків. Волокна глибокого шару в правому шлуночку розташовані в косому напрямку на вільній стіні, тоді як в міжшлуночкової перегородці вони спрямовані до верхівково-

основної серцевої осі. У лівому шлуночку волокна глибокого шару розташовані по спіралі, від вершини до основи серця [14].

Вчені вивчали еволюцію розвитку шлуночків сердець морських хрящових, костистих риб, прісноводних риб, жаб, черепах, змії і крокодилів. Тонкостінна права шлуночкова порожнина відмічена у риб, жаб, черепах та змії. За даними авторів, у риб шлуночек має зовнішню симетрію, порожнина шлуночка побудована асиметрично, товщина стінки шлуночка нерівномірною – ліва стінка потовщена; передсердно-шлуночковий отвір має невеликий розмір. У тварин, таких як жаби, черепахи і змії, лівий шлуночок має губчасту будову. Для розділення соматичного та легеневого кровообігу у жаб губчастий міокард серця пристосований утворювати високий систолічний тиск у шлуночково-атріальному напрямку, а цибулиноподібний спіральний клапан запобігають зворотному кровотоку [85, 190].

На матеріалі коропів, прудких ящірок і білих безпородних щурів вченими було вивчено розвиток камер серця. Результати проведеного дослідження свідчать про те, що на ранніх етапах ембріогенезу у представників різних класів хребетних тварин серце має вигляд трубки, в якій не помітні передсердний і шлуночковий відділи. У ході кардіогенезу спостерігається поступове сплюснення ендотеліоцитів і розростання сполучної тканини субендотеліального шару ендокарду, ці процеси особливо активно протікають у ділянці клапанів серця, що формуються. Стінка серця поступово товщає за рахунок м'язових клітин, в міокарді починаються процеси трабекуляризації, у результаті яких утворюються дві зони: зовнішня субепікардіальна, яка складається з компактно розташованих кардіоміоцитів, і 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 вросати кровоносні судини [47, 111, 126, 165].

Робота Сілкиної Ю. В. присвячена вивченню морфогенезу щодо процесу формування просторової організації міокарда амфібій, птахів та ссавців, зокрема людини; в роботі визначені основні кроки архітектурних трансформацій тканинних компонентів міокарда в аспекті їх просторового взаємозв'язку; наведено нове вирішення питання тривимірної реконструкції структури серця. За даними авторів, на відміну від курки, щура та людини, дефінітивний міокард земляної жаби має губчасту будову, [26, 44].

Чирковою Е. Н. також було вивчено внутрішній рельєф серця диких і домашніх тварин різних видів. Автор відзначає ряд особливостей у будові внутрішніх структур серця. Наприклад: ВР вушок передсердя формують гребінчасті м'язи. Кількість і розміри гребінчастих м'язів індивідуально мінливі. У диких тварин у лівому шлуночку два пристінкові сосочкові м'язи – краніальний і каудальний, а в правому три – два перегородкові і один пристінковий. У домашніх тварин відмічається варіабельність кількості сосочкових м'язів у правому шлуночку, яка пов'язана з наявністю каудальних і декількох додаткових перегородкових сосочкових м'язів (чотири або п'ять). Найкрупнішим у правому шлуночку є пристінковий сосочковий м'яз, який під час систоли несе більші функціональні навантаження ніж інші сосочкові м'язи правого шлуночка. Дослідження показало, що менші параметри перегородкового сосочкового м'яза пов'язані з меншою участю його в роботі серця. Сухожилльні струни кожного з основних сосочкових м'язів прикріплюються до двох основних стулок атріовентрикулярних клапанів. Переважно вони кріпляться по вільному краю стулки і частково по всій шлуночкової поверхні. У складі правого атріовентрикулярного клапана виділяють три основні стулки, сухожилкові струни і три сосочкові м'язи. Лівий атріовентрикулярний клапан представлений двома основними стулками, струнами і двома сосочковими м'язами. У правому шлуночку серця вивчених тварин зустрічаються септомаргинальні трабекули: каудальні і верхівкові. У лівому шлуночку дві септомаргинальні трабекули мають сухожилковий тип будо-

ви. Трабекули, при прикріпленні до сосочкових м'язів, можуть утворювати мережу, в основному це характерно для каудальних трабекул. Крім септомаргинальних трабекул у лівому шлуночку зустрічаються тонкі сухожилкові трабекули. Частіше за все ці трабекули розташовуються у ділянці верхівки серця, де і утворюють трабекулярну мережу [51].

За даними вчених, у тварин з чотирикамерним серцем у правому передсерді менші параметри м'язів компенсуються великою кількістю м'язів і навпаки у лівому шлуночку серця. В утворенні внутрішнього рельєфу шлуночків беруть участь м'язові щаблини, сухожилкові перемички між ними, сосочкові м'язи і септомаргинальні трабекули. Більша кількість м'язових щаблин з перемичками в правому шлуночку – на краніальній стінці, а в лівому шлуночку – на медіальній. Іншими структурами, що формують ВР шлуночків, є сосочкові м'язи [18, 51].

Козлов В. О. і співав. вважають [23, 49], що основною базою для оцінки параметрів і положення серця, одержаних при клінічних дослідженнях, служать морфологічні дані, які є найточнішими і адекватно відображають просторову орієнтацію як серця в цілому, так і його різних відділів. Морфологічні роботи, присвячені вивченню серця, розглядають, в основному, його структури ізольовано, без урахування орієнтації і положення серця в грудній порожнині. Тому, за даними автора, доцільно розглядати топографію, проекцію, розміри порожнин, їх взаєморозташування відділів з погляду прикладної морфології. У цій роботі топографія різних відділів передсердя і шлуночків описана на топографічних зрізах ізольованого серця, зроблених за методикою Пирогова Н. И.. Наприклад, при сагітальному зрізі лівого шлуночка та його порожнини мали овальну форму, а праві шлуночки та їхні порожнини на всіх зрізах мають трикутну форму і розміри її значно менші. При горизонтальних зрізах порожнина лівого шлуночка має округлу форму, а порожнина правого шлуночка – овальну. Також простежується, що за розмірами права шлуночкова порожнина завжди більша, ніж порожнина ліво-

го шлуночка. За даними Козлова В. О. при сагітальних зрізах серця внутрішній рельєф правого шлуночка представлений трабекулами, які мало виражені і перекидаються з передньої стінки правого шлуночка на міжшлуночкову перегородку, а трабекули в стінці лівого шлуночка добре виражені [34, 49].

### 1.3. Гістологічна будова серця тварин

За даними авторів кількість кардіоміоцитів в серці риб в компактному шарі зменшується, але міститься більша кількість міофібрил, ніж у губчастому, а міжклітинні простори значно зменшуються із зростанням заміщаючи м'язових волокон. Автори описують міоцити – головні компоненти шлуночкової стінки – як клітини видовженої форми з великими ядрами. Також було вивчено дослідниками міоархітектоніку і ультраструктуру шлуночка серця риби *Chaenocerphalus aceratus* та зроблено висновки, що шлуночки риби повністю представлені трабекулами і складаються з міоцитів, які мають велику кількість гранул [70, 99, 141].

Вченими описані морфометричні параметри для міокардіальних осередків у шлуночку і передсерді у рибі *Teleost*. Міоцити в шлуночку риб є досить маленькими. Відносна пропорція міофібрил у шлуночку відповідає пропорції міофібрил у передсерді. Відсоткове співвідношення мітохондрій в міоцитах також однакове, і в передсерді, і в шлуночку. Міофібрили розташовані в осередку ближче до центру, а мітохондрії – зміщені до периферії. Достатня кількість міофібрил у шлуночку сприяє кращій роботі серця. М'язові клітини в шлуночку містять більше глікогену, ніж ті, що відносяться до передсердя [71, 119, 155, 166].

Дослідниками було вивчено співвідношення між міокардіальними во-

локнами і сполучною тканиною в шлуночкових стінках серця риби. У компактному міокарді волокна в стінках шлуночка розташовані щільно, а сполучна тканина забезпечує підтримання м'язових волокон, кровоносних судин і міоцитів. Незалежно від різновидів і форми шлуночка, трабекулярний міокард завжди показує хаотичну розташованість, за винятком зон біля шлуночкових отворів, тим самим виконуючи роль клапана. Архітектоніка сполучної тканини в трабекулярному міокарді неоднорідна, не досить визначена, і менш очевидна, ніж у компактному міокарді, особливо в трубчастих і мішкоподібних шлуночках, які повністю залежать від трабекулярного міокарда [135, 145].

Волков В. І., вивчаючи кардіоміогенез амфібій, показав, що після вищуплення зародків у кардіоміоцитах жаби спостерігаються активні процеси міофібрилогенезу: з'являються міофібрили, що складаються з 5 – 6 саркомерів. До цього часу в міокарді амфібій виявляються дві популяції кардіоміоцитів, значно відмінні структурною організацією – "темні" і "світлі". "Темні" міоцити характеризуються розвиненим скорочувальним апаратом, великою кількістю мітохондрій та великою кількістю гранул глікогену. "Світлі" кардіоміоцити мають мало диференційований, неорієнтований міофібрилярний апарат, бідний на мітохондрії, відрізняються низьким вмістом глікогену і ліпідів у цитоплазмі. Кількість "світлих" клітин постійно знижується в ході онтогенезу, зрілий міокард формують тільки "темні" міоцити [10].

За даними автора формування гістоархітектоніки міокарда *Rana temporaria* характеризується поступовим збільшенням кількості та об'єму кардіоміоцитів в трабекулах і, відповідно, об'єму трабекул, зміною характеру просторових взаємовідношень між трабекулами, наслідком чого є їхнє ущільнення та утворення синусоїдів. Кардіоміоцити у складі трабекул міокарда мають різні тинкторіальні властивості, які виявляються після завершення метаморфозу. Трабекули зрілого міокарда мають специфіку щодо

розмірів та характеру розташування в залежності від локалізації у відділах серця: міокард верхівки містить довші та тонші трабекули, ніж у центральній частині шлуночка. Найбільша довжина трабекул характерна для міокарда передсердь [45].

Автори відзначають, що шлуночкові міоцити у черепах були веретеноподібними, довжиною 190 нм і шириною 5–7 нм. Саркомери міоцитів не пов'язані з Т-трубочками. У міоцитів був маленький об'єм осередку, що призводило до великого поверхневого відношення ділянки до об'єму. У міоцитах черепахи, від  $\text{Ca}^{2+}$  залежить циклічність повторень «скорочення – розслаблення». [69, 96, 143, 183].

Порівняні передсердя і шлуночки жаби і ящірки, аналіз дослідження показує, що об'єм камер, провідна система, повна саркоплазматична мережа і мітохондрії передсердя та шлуночка ящірки були більші, ніж у відповідних камерах у жаби. Об'єм міофібрил і густина поверхні плазми не відрізнялися між двома різновидами. Міокардіальні гранули були більші в передсерді ящірки, ніж у шлуночку, але міофібрилярний і мітохондріальний об'єм у шлуночках були меншими. Міокардіальних гранул у передсерді жаби було більше, ніж у шлуночку жаби. Але не було ніяких відмінностей між міофібрилами і мітохондріями в передсерді і в шлуночку серця жаби [66, 127, 167]. Автори вважають, що кардіоміоцити забезпечують формування курячого серця, формують шлуночки і шляхи відтоку. Вони також показали, що маркіровані у області віддаленого від центру шлуночкового поглиблення, кардіоміоцити не формували міжшлуночкову перегородку, а швидше за все приймали участь у формуванні трабекулярного апарату шлуночка. Кардіоміоцити, мігруючи, розподілялися на шляху між центром шлуночкового поглиблення та атріовентрикулярним каналом лівого шлуночка [83, 86, 87, 88, 134, 176, 196]. У роботі авторами було вивчене відсоткове співвідношення мітохондрій до міофібрил у серці ссавців. Кардіальні міоцити серця кроля містили мітохондрій – 26,8 % і міофібрил – 56,3 %, серце гвінейських сви-



нок – 25,8 % мітохондрій і – 60,9 % міофібрил, та у серці щура містили мітохондрій – 27,7 % і міофібрил – 58,1 %. Діастолічний тиск в лівому шлуночку, здатність до скорочення, частота серцевих скорочень були різні серед різних видів [159, 168].

Вивчаючи закономірності гістогенезу міокарда щурів, дослідники особливу увагу приділили шарам міокарда, що розрізняються за своїми характеристиками: трабекулярний, губчастий, компактний у складі стінки ембріонального серця. На 12–13-ту добу пренатального кардіогенезу щурів відбувається значне посилення проліферації кардіоміоцитів, що призводить до корінної зміни структури трабекул. У цей період здійснюються два специфічні механізми: 1) редукція кардіального гелю, що призводить до злиття клітинних кластерів в єдиний трабекулярний тяж і зближення кардіоміоцитів з ендотеліальною “оболонкою” трабекул; 2) поява усередині тяжа скорочувальних клітин. Таким чином, за даними авторів, формування компактного міокарда пов'язане із закономірними перетвореннями структури трабекул, а не з появою нової популяції кардіоміоцитів [50, 61, 138, 194, 195].

За даними авторів, менш диференційовані типи кардіоміоцитів статевозрілих тварин (шлуночкові – у амфібій і рептилій, передсердні – у щурів) легко входять в мітотичний цикл при пошкодженні, інфаркті і гіпертрофії міокарда. Критично проаналізовані дані на користь різних проявів репродукції шлуночкових кардіоміоцитів статевозрілих ссавців [22, 42, 95]. Автором у серці мишей було вивчено кардіоміоцити, що складають провідну систему серця та регулюють серцевий ритм [152].

Вченими досліджена динаміка кількості сполучнотканинних клітин позасудинної стромы в різних ділянках міокарда лівого і правого шлуночків серця щурів у пренатальному і ранньому постнатальному періодах онтогенезу. У пренатальному періоді розвитку окремо досліджувалися компактний і трабекулярний шари міокарда, в постнатальному періоді – субендокардіальний, інтрамуральний і субепікардіальний шари міокарда. В результаті

проведеного дослідження одержана динаміка кількості сполучнотканинних клітин у міокарді шлуночків. Динаміка кількості сполучнотканинних клітин у компактному міокарді в пренатальному періоді має більші темпи в порівнянні з трабекулярним міокардом. На всіх етапах кардіогенезу динаміки кількісних змін у сполучнотканинному компоненті міокарда корелює з процесами диференціювання кардіоміоцитів і розвитком мікросудинного русла [11, 13, 21, 40, 102, 110, 125].

Описано тривимірні моделі фрагмента міокарда і візуалізацію просторової організації його м'язового і сполучнотканинного компонентів на стінці лівого шлуночка серця статевозрілого щура. Одержана тривимірна модель наочно показує співвідношення м'язового і сполучнотканинного компонентів. В результаті проведеного дослідження було виявлено, що компактизація міокарда пов'язана з перетворенням внутрішньої структури трабекул. Просторово-орієнтуюча роль у цьому процесі належить мережі розвинутих гемокапілярів. Проліферація ендотелію капілярів, вростаючи всередину трабекул, активізує проліферацію кардіоміоцитів [12, 185].

У дослідженні проведено аналіз процесів міграції клітин-дериватів епікарда, а також визначення ролі у формуванні сполучнотканинного та судинного компонентів міокарда. Визначено, що міграція клітин-дериватів епікарда має спрямований характер у бік заселення глибоких ділянок компактного, а у подальшому і трабекулярного міокарда [46].

Дослідження показує, що в розвитку серця ссавців є відмінності в походженні міокарду правого і лівого шлуночків. Міокардіальні попередники було ідентифіковано в глотковій мезодермі, вони дають початок кардіоміоцитам правого шлуночка і шляхам відтоку крові з правого шлуночка [164].

Козлов В. О. і співавтори вивчали міокард шлуночків новонароджених щурів, який представлений 3 шарами м'язових волокон. Зовнішній шар містить кардіоміоцити, що формують подовжні пучки; у середньому шарі виявляються циркулярні тяжі клітин; слабо виражений внутрішній шар, що

прилягає до ендокарда, містить слабо орієнтовані групи кардіоміоцитів. Двоядерні кардіоміоцити складають основну масу міокарда. Ядра розташовуються на невеликій відстані одне від одного і, у ряді випадків відстань між ними майже непомітна. При цьому вони локалізуються в центральній частині клітини по подовжній її осі. У ряді випадків клітини містять різні за розмірами вакуолі, відповідні, мабуть, ліпідним включенням. У складі ядер на напівтонких зрізах виразно визначаються крупні ядра кулястої форми. У просторах між окремими м'язовими пучками виявляються елементи пухкої сполучної тканини, що заповнює, як правило, паравазальну зону крупних кровоносних судин [52, 129, 139]. Авторами досліджена просторова будова м'язових волокон і внутрішньої міокардіальної сполучної тканини в шлуночках серця *Spanish fighting bull*. Будова сполучної тканини відрізняється в обох шлуночках. У правому шлуночку міоцити за даними авторів оточені тонкою сполучнотканинною пластинкою, тоді як у лівому шлуночку сполучна тканина має більш щільну будову [171].

Виходячи з вищевикладеного, незважаючи на велику кількість наукових робіт присвячених вивченню морфології серця тварин та формують процесів в серці в постнатальному онтогенезі відсутні роботи в яких послідовно висвітлюється особливості формування серця та його компонентів у різних класів тварин у порівняльному аспекті. Також не вивчені питання щодо зв'язків між лінійними параметрами серця та розмірами тіла тварин. Роботи присвячені вивченню внутрішнього рельєфу серця тварин поодинокі і не дають повного уявлення про закономірності будови та формоутворення ПТА. Також поодинокі дослідження щодо особливостей гістологічної будови серця тварин у постнатальному онтогенезі.

Тому будь-яка морфологічна робота, присвячена вивченню формують процесів серця тварин у постнатальному онтогенезі відповідатиме сучасним потребам біологічної та медичної науки, буде доцільною і актуальною.



## РОЗДІЛ 2

### ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА ТА ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Матеріал дослідження

Відповідно до мети і задач дослідження на базі кафедри анатомії людини Дніпропетровської державної медичної академії в рамках кафедральної теми “Розвиток та становлення серця, його судин, папілярно-трабекулярного і клапанного апарату в онто- і філогенезі” проведене дослідження на 135 об'єктах тварин різних класів і видів.

Комісією із біоетики Дніпропетровської державної медичної академії (протокол № 2 від 14 лютого 2005 р.) встановлено, що проведені наукові дослідження на різних тваринах відповідають етичним вимогам згідно з принципами Гельсінської декларації, прийнятої Генеральною асамблеєю Всесвітньої медичної асоціації (1964 – 2000 рр.), Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (у 1997 р.), відповідним положенням ВООЗ, Міжнародної ради медичних наукових товариств, Міжнародного кодексу медичної етики (у 1983 р.) Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей (Страсбург, 1986).

Для дослідження відбиралися тварини, які не внесені до Червоної книги, з дотриманням етичних і законодавчих норм і вимог при виконанні наукових і морфологічних досліджень [17].

Повне дослідження проведене на 135 статевозрілих тваринах різних класів і видів (табл. 2.1). Дана таблиця складена згідно з загальноприйнятою систематичною класифікацією тварин [36, 43].

Таблиця 2.1

## Розподіл матеріалу дослідження за класифікаційними ознаками

Клас	Ряд	Підряд	Рід, вид	Кількість
Кісткові риби Osteichthyes	Коропоподібні Cypriniformes		Короп Cyprinus linnaeus	10
	Щукоподібні Esociformes		Щука звичайна Esox lucius	10
Амфібії Amphibia	Безхвості амфібії Ecaudata		Трав'яна жаба Rana temporaria L.	10
Плазуни Reptilia	Лускати Squamata	Ящірки Lacertilian	Ящірка зелена Lacerta viridis	10
	Черепахи Chelonia	Скритошийні черепахи cryptodira	Степова черепаха Testudo horsfieldi	10
Птахи Aves	Курячі Galliformes		Курка Gallus gallus	10
Ссавці Mammalia	Гризуни Rodentia		Білий щур Rattus norvegicus alba	15
			Нутрія Myocastor coypus	10
	Хижі Carnivora		Домашня кішка Felis catus	10
	Зайцеподібні Lagomorpha		Заєць-русак Lepus europaeus	10
			Кріль Oryctolagus Cuniculus	10
	Парнокопитні Artiodactyla	Нежуйні Nonruminantia		Свиня домашня Susscrofa domesticus
Жуйні Ruminantia			Корова домашня Taurus linnaeus	10

Після проведення морфометрії з тварини виймали і вивчали серце: проводили його морфометричні дослідження, вивчалися його внутрішній рельєф, будову папілярно-трабекулярного апарату, для гістологічного дослідження відбирали гістологічний матеріал із ділянки стінки серця.

## 2.2. Методи дослідження

Для виконання поставлених цілей і задач дослідження використовували методи морфометрії, як цілої тварини, так і ізольованого серця, на підставі даних якого проводили обчислення для визначення формоутворюючих процесів у філогенезі в постнатальному періоді онтогенезу. Обчислювали індекси форми серця, серцевий індекс, вивчали гістологічні зрізи поперечної і подовжньої площини стінки серця. Подальше дослідження включало обчислення за формулою методики підрахунку крапок, обробку кількісних даних за допомогою варіаційної статистики, проведення кореляційного аналізу.

2.2.1. Морфометричне дослідження тварини. Визначали довжину тіла (мм) і масу тіла (г), довжину грудної клітки (мм) і ширину грудної клітки (мм) тварин. Розраховували відношення маси тіла до довжини тіла, а також довжини грудної клітки до довжини тіла. Розміри тіла вимірювали штангенциркулем. Масу тіла визначали на вагах.

2.2.2. Макроскопічне та макро-морфометричне дослідження серця. Після вилучення серця з грудної порожнини проводили морфометричні вимірювання серця: вимірювалися його маса (г), довжина (мм), ширина (мм), товщина (мм), об'єм (мл). Об'єм серця визначався за об'ємом витиснутої рідини з мірної пробірки. Розміри серця вимірювали штангенциркулем. Масу серця визначали за допомогою стандартних вагів ВЛР – 200 та ВТ – 500.

Методами препарування вивчена морфологія внутрішньої поверхні серця та його окремих структур, що формують папілярно-трабекулярний комплекс серця тварин різних груп. За допомогою цифрового фотоапарата

OLYMPUS (model NO.E-300 DC 9V, №Я625517820) проводили фотореєстрацію.

2.2.3. Обчислення індексів. Для проведення глибшого аналізу отриманих результатів нами проводилося обчислення серцевого індексу – відношення маси серця тварини до маси тіла тварини за формулою [36]:

$$J = \frac{M_c}{M_T} \times 100\% , \quad (2.1)$$

де  $J$  – серцевий індекс;

$M_c$  – маса серця;

$M_T$  – маса тіла.

Для визначення форми серця нами обчислювався індекс співвідношення ширини серця до довжини серця за формулою:

$$F = \frac{S}{L} \times 100\% , \quad (2.2)$$

де  $F$  – індекс співвідношення;

$S$  – ширина серця;

$L$  – довжина серця.

При значеннях показників величини індексу до 65 % форма серця – конусоподібна, від 65 % до 75 % – еліпсоподібна, понад 75 % – куляста [20].

2.2.4. Гістологічне та мікроморфометричне дослідження серця. Після вимірювання морфометричних показників серця для гістологічного дослідження відбирали зразки стінки лівого шлуночка серця у тварин з чотирикамерним серцем, а у тварин з двокамерним і трикамерним серцем – заби-



рали повністю стінку серця. Гістологічний матеріал, стінка лівого шлуночка відбиралися по задній поверхні серця на рівні середньої третини висоти шлуночка. Гістологічні шматочки серця заливали в парафін, виготовляли гістологічні зрізи, які забарвлювали гематоксилином і еозином. Мікроскопію здійснювали за допомогою світлового мікроскопу LEICA, з наступною фотореєстрацією матеріалу цифровим фотоапаратом OLYMPUS. Проводили оглядову мікроскопію, підраховували співвідношення сполучної тканини до м'язової за допомогою крапкового методу [1, 2, 3, 15].

2.2.5. Математичні методи дослідження. Усі параметри обстежених тварин і їх сердець, які отримувалися протягом виконання експериментальної частини роботи, вносилися в електронну розрахункову таблицю.

Планування морфологічної роботи з визначенням необхідного обсягу вибірки є необхідним і найбільш важливим етапом при виконанні будь-якого наукового дослідження, тому що від цього залежить вірогідність отриманих результатів. Попереднє обчислення наближених значень середнього арифметичного і середнього квадратичного відхилення для досліджуваної ознаки визначало необхідний обсяг вибірки [28, 29].

Необхідний обсяг вибірки обчислювали за формулою:

$$n = \frac{t^2 S^2 x}{\Delta^2} , \quad (2.3)$$

де  $n$  – чисельність вибірки;

$t$  – нормоване відхилення;

$Sx$  – вибіркова дисперсія;

$\Delta$  – величина, що визначає границі довірчого інтервалу.

Статистична обробка включає визначення наступних параметрів:

$x$  – середня арифметична;

$s_x^2$  – дисперсія;

$\bar{x}$  – середнє квадратичне відхилення;

$s_s$  – помилка середнього квадратичного відхилення.

Для обчислення вищевказаних значень використовували стандартні формули [28]:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (2.4)$$

$$s_x^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}, \quad (2.5)$$

$$s_x = \sqrt{s_x^2}, \quad (2.6)$$

$$s_s = \frac{s_x}{\sqrt{2n}}, \quad (2.7)$$

де  $n$  – об'єм вибірки;

$x_i$  – варіанти вибірки.

Після проведення оцінка правильності розподілу ознак за кожним з отриманих варіаційних рядів нами визначені середні значення по кожній ознаці, стандартні помилки та відхилення. Достовірність різниці значень отриманих показників у різних групах тварин оцінювалась за критерієм Стьюдента [9, 27, 28, 29, 41, 108].

Для кількісної оцінки ступеня залежності між морфологічними і антропометричними характеристиками проводили кореляційний аналіз з обчисленням коефіцієнта лінійної кореляції [28]:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})(\sum y_i - \bar{y})^2}}, \quad (2.8)$$

де  $x_i$  і  $y_i$  – парні варіанти зв'язаних ознак.

Оцінку вірогідності коефіцієнтів лінійної кореляції проводили за допомогою критерію  $t$ , за формулою:

$$t = r_{xy} \sqrt{\frac{n-2}{1-r_{xy}^2}}. \quad (2.9)$$

Після установлення вірогідності коефіцієнтів лінійної кореляції визначали силу зв'язку між досліджуваними ознаками. Нами був проведений кореляційний аналіз, як ізольованого серця тварини, так і цілої тварини.

### РОЗДІЛ 3

#### ОСОБЛИВОСТІ ФОРМИ СЕРЦЯ ПРОТЯГОМ ФІЛОГЕНЕЗУ

Даний розділ присвячений дослідженню будови зовнішньої форми серця різних видів тварин, які належать до різних класів хребетних. Проведений нами аналіз морфометричних характеристик, як тварини, так і ізольованого серця дозволили визначити прогресивні зміни у формуванні серця.

На вивченому матеріалі встановлено, що розміри тварин у цілому і їх співвідношення різні у різних видів (табл. 3.1). Особливо інформативні параметри, що характеризують співвідношення розмірів грудної клітки і довжини тіла.

*Таблиця 3.1*

#### Кількісна характеристика тварин у цілому

Види тварин	L тіла (мм)	L грудної клітки (мм)	S грудної клітки (мм)	Маса / L тіла	L грудної клітки / L тіла
щука	716±172	42,1±11,0	36,1±10,0	5,87±0,04	0,05±0,001
короп	583±62,0	2,25±0,45	14,0±3,60	3,07±0,05	0,03±0,001
жаба	68,0±8,01	9,50±0,40	11,0±0,40	0,52±0,01	0,13±0,050
ящірка	77,0±12,0	8,00±0,50	8,00±0,20	0,08±0,00	0,10±0,001
черепаха	315±41,0	42,0±7,01	65,0±31,0	4,09±0,03	0,13±0,010
курка	356±42,0	76,0±11,0	69,0±13,0	4,35±0,06	0,21±0,010
щур	182±8,01	32,0±4,02	30,0±7,00	1,06±0,01	0,17±0,010
кішка	408±37,0	129±26,0	78,2±9,02	9,70±0,20	0,31±0,040
заєць	492±34,0	129±29,0	97,3±9,70	7,90±0,50	0,26±0,050

З таблиці (табл. 3.1) видно, що найбільше співвідношення маси тіла до довжини тіла у кішки і зайця, найменше – у ящірки. Найбільше співвідношення довжини грудної клітки до довжини тіла у кішки і курки, найменше в класі риб – у щуки і коропа.

Разом із різними зовнішніми параметрами тварин особливе значення мають параметри серця і ряд індексів, які характеризують стан форми серця і тулуба. При цьому простежується певна філогенетична закономірність зміни цих параметрів (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

### Кількісна характеристика серцевого індексу тварин

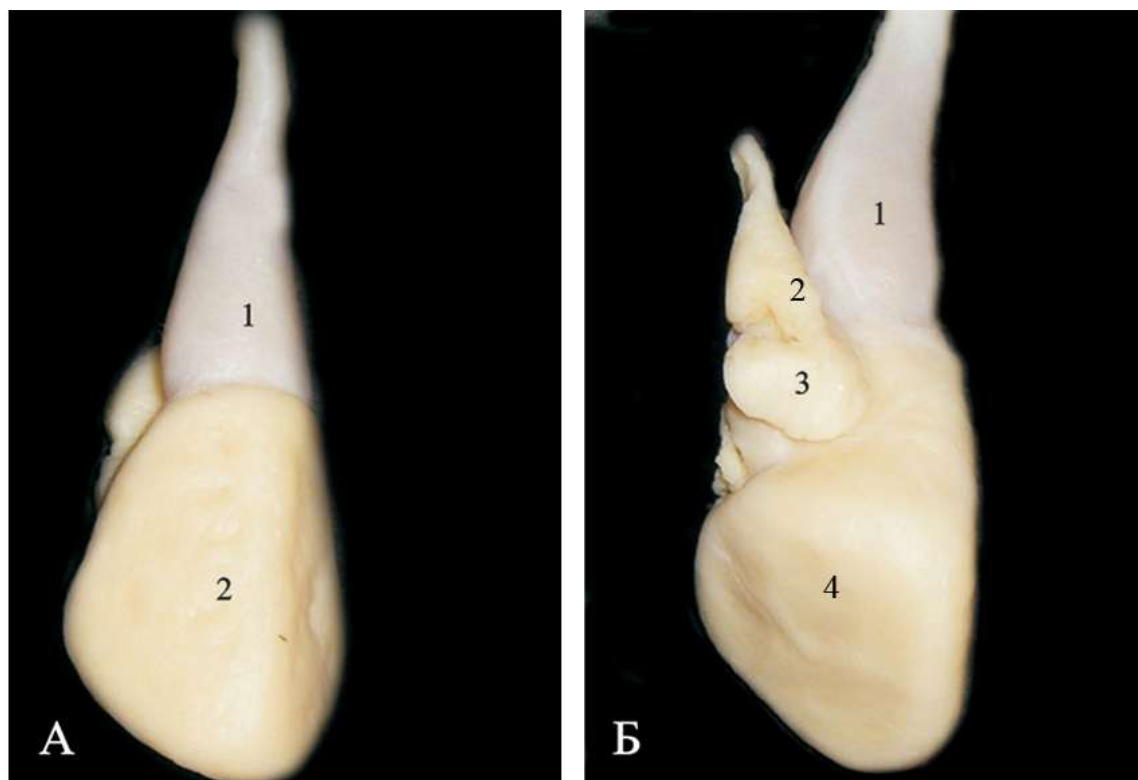
Види Тварин	Маса Тварини (г)	Маса серця (г)	Серцевий індекс
щука	4210±1089	8,30±0,02	0,19±0,01
короп	1790±497	6,60±0,01	0,36±0,01
жаба	35,4±1,11	0,15±0,00	0,42±0,01
ящірка	6,40±1,40	0,12±0,00	1,87±0,01
черепаха	1290±260	5,50±0,01	0,42±0,01
курка	1550±510	31,2±7,02	2,01±0,03
щур	193±32,2	0,60±0,02	0,31±0,01
кішка	3960±1218	25,0±3,70	0,63±0,01
заєць	3890±517	45,5±12,5	1,16±0,01
кріль	4180±355	25,5±2,05	0,61±0,01
нутрія	5135±428	19,2±2,01	0,37±0,01
свиня, г×10 <sup>4</sup>	16,5±1,82	300±35,0	0,18±0,01
корова, г×10 <sup>4</sup>	39,1±4,08	1132±127	0,28±0,01

З таблиці (табл. 3.2) видно, що СІ різний у різних систематичних групах і залежить від рухової активності тварини. Так, серцевий індекс, напри-

клад, у ящірки помітно більший, ніж у риби і амфібій і дорівнює  $1,87 \pm 0,01$ . А серед тварин, які мають чотирикамерне серце, серцевий індекс, наприклад, у курей більший, ніж у представників класу ссавців  $2,01 \pm 0,03$ . Зв'язок між розмірами тіла і серця підтверджується зіставленням серцевого індексу в одному класі близьких систематично різних видів тварин.

Щука звичайна, *Esox lucius* (ряд щукоподібні, *esociformes*) і короп, *Syrpinus linnaeus* (ряд коропоподібні, *syrpiniformes*) відносяться до класу кісткових риби (*Osteichthyes*), які мешкають у прісних водоймах. Серце в нормі у щуки та коропа розташовується в навколосерцевій порожнині на черевній стороні тіла, між двома рядами зябрових мішків. Серце щуки та коропа двокамерне, складається із шлуночка, передсердя і венозного синуса. Зі спинної сторони у досліджених риби знаходиться передсердя. У цих риби не спостерігається артеріальний конус, він замінений цибулиною аорти, яка безпосередньо відходить від шлуночка. Від венозного синуса у цих риби кров переходить у передсердя і потім у більш товстостінний шлуночок.

При вивченні серця щуки спостерігалось, що у щуки є товстостінний пірамідальної форми шлуночок, верхівка якого закруглена (рис. 3.1). На передній поверхні лінія шлуночка плавно переходила в цибулину аорти. На задньо-нижній поверхні серця спостерігалось сплюснення шлуночка, а на задньо-верхній стороні додавалося тонкостінне передсердя, від якого відходив венозний синус. Спереду шлуночок серця має подовжену форму. На передній поверхні шлуночка серця спостерігається медіальне підвищення стінки, тому ця поверхня схожа на конус. Бічні краї шлуночка закруглені. Задня поверхня шлуночка плоска, але у верхній третині на межі із передсердям спостерігається підвищення. На задній поверхні шлуночка дуже виразні утиснення від прилеглих внутрішніх органів. Передсердя розташоване на задній поверхні  $2/3$  частини зверху шлуночка. За розмірами воно значно менше, ніж шлуночок, і має кулясту форму (рис. 3.1).

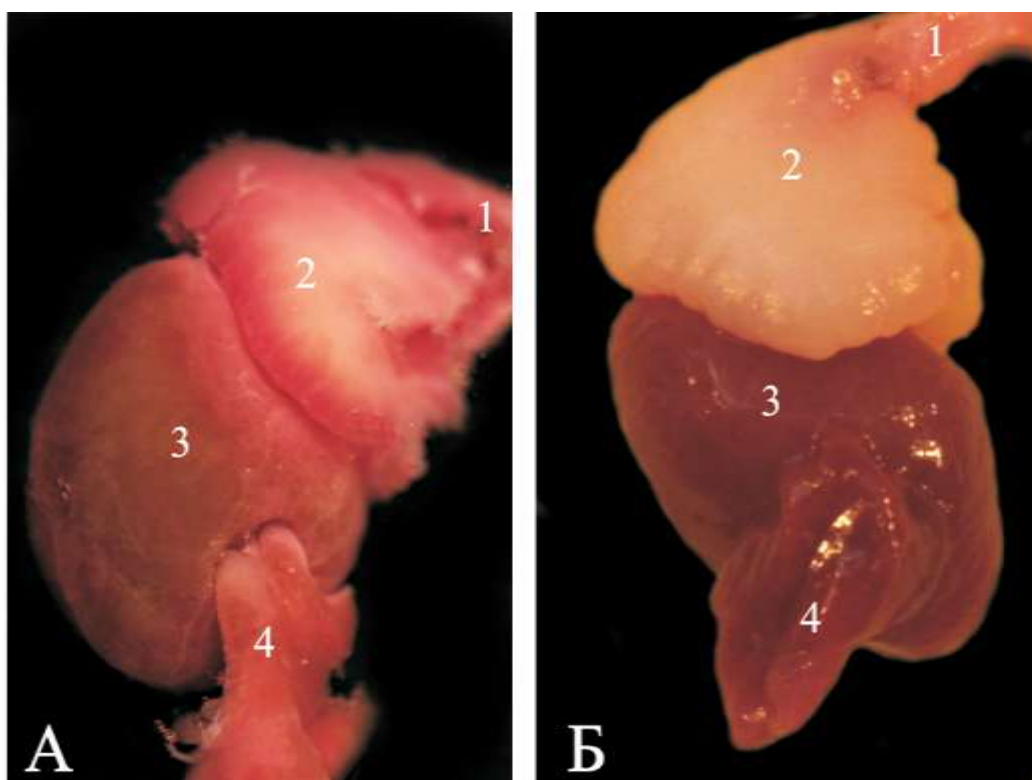


**Рис. 3.1.** Макропрепарат: зовнішня форма серця щуки (А – передня поверхня; Б – задня поверхня):

- 1 – артеріальна цибулина;
- 2 – венозний синус;
- 3 – передсердя;
- 4 – шлуночок.

Вивчаючи форми серця щуки, у середині систематичної групи зустрічалися як конусоподібна і еліпсоподібна, так і куляста форми серця. Наші дослідження показали, що у щуки форма серця куляста, оскільки у середині групи 98 % сердець кулястої форми, лише 2 % сердець еліпсоподібної (рис. 3.3), а конусоподібні форми серця не зустрічалися. Морфометричні параметри серця у щуки показують, що ІФС складає 78 %, а це говорить про кулясту форму серця. СІ у щуки дорівнює 0,19, що відповідає за його рухову активність.

У коропа в нормі спостерігається м'язовий шлуночок, круглої форми, верхівка серця закруглена (рис. 3.2). Артеріальна цибулина більш розширена, ніж у щуки, від якої відходить черевна аорта. Із задньо-верхньої сторони до шлуночка прилягає тонкостінне передсердя, від нього відходить венозна пазуха. Спостереження показали, що у середині систематичної групи форма серця зустрічається як конусоподібна, еліпсоподібна так і куляста.



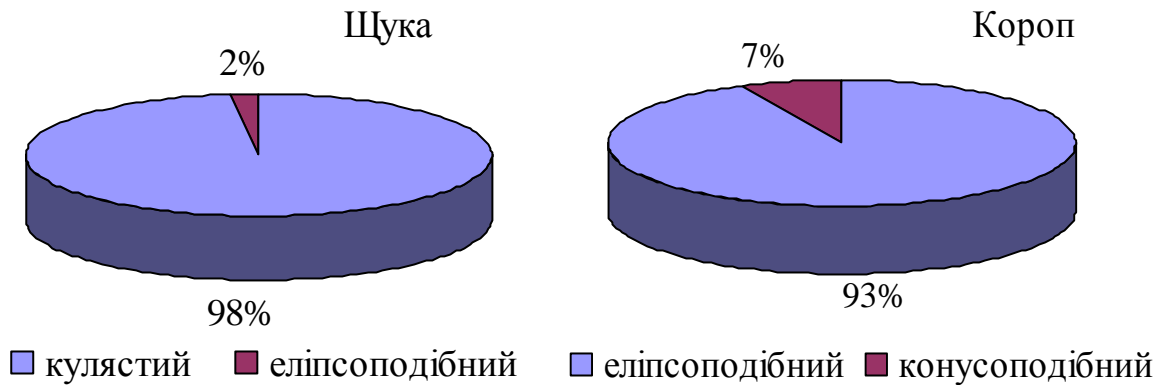
**Рис. 3.2.** Макропрепарат: зовнішня форма серця коропа (А – передня поверхня; Б – задня поверхня):

- 1 – черевна аорта;
- 2 – артеріальна цибулина;
- 3 – шлуночок;
- 4 – передсердя.

У коропових форма серця еліпсоподібна, оскільки усередині групи 93 % сердець зустрічалися еліпсоподібної форми, 7 % – конусоподібної



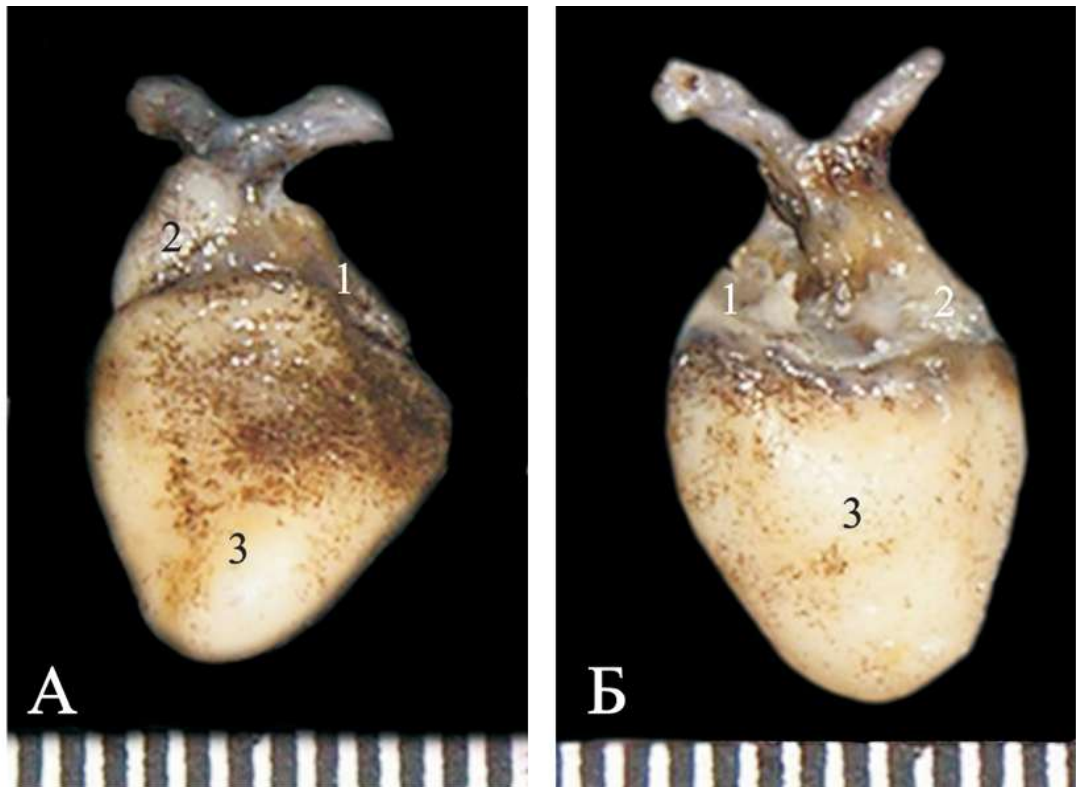
(рис. 3.3), а кулясті серця не зустрічалися. Морфометричні дані показали, що форма серця у коропа конусоподібна – 66 %. СІ дорівнює 0,36, що вказує про її більш активну рухливість, ніж у щуки.



**Рис. 3.3.** Конституціональні типи серця риб.

До класу амфібій (amphibia), ряду безхвості амфібії (есаудата), відносять трав'яну жабу, *Rana temporaria* L. У нормі серце у жаби розташоване на черевній стороні тіла під стравоходом. У жаби трикамерне серце, яке складається з двох тонких передсердь і одного щільного м'язистого шлуночка. Передсердя у жаби розділене повною перегородкою, а до дорзальної частини правого передсердя прилягає венозний синус (рис. 3.4). Від шлуночка відходить артеріальний конус. Обидва передсердя сполучаються зі шлуночком одним загальним отвором. Дослідження показали, що серце жаби з передньої поверхні неправильної форми направлене верхівкою назад, сплюснене в спинно-черевному напрямі, із закругленою основою (рис. 3.4). У молодих жаб спостерігалася загострена верхівка серця, а у дорослих – верхівка більш закруглена. Верхівка серця жаби спрямована праворуч та униз. Правий край шлуночка у верхніх двох третинах плавно переходить у вирізку серця, яка має дещо ввігнутий вигляд. На передній та задній поверхнях міжшлуночкові борозни вирізняються слабо. У верхній частині лівий край стрімко спускається до середини шлуночка під кутом приблизно 45 градусів, а у нижній частині також стрімко спускається під тим же кутом до вер-

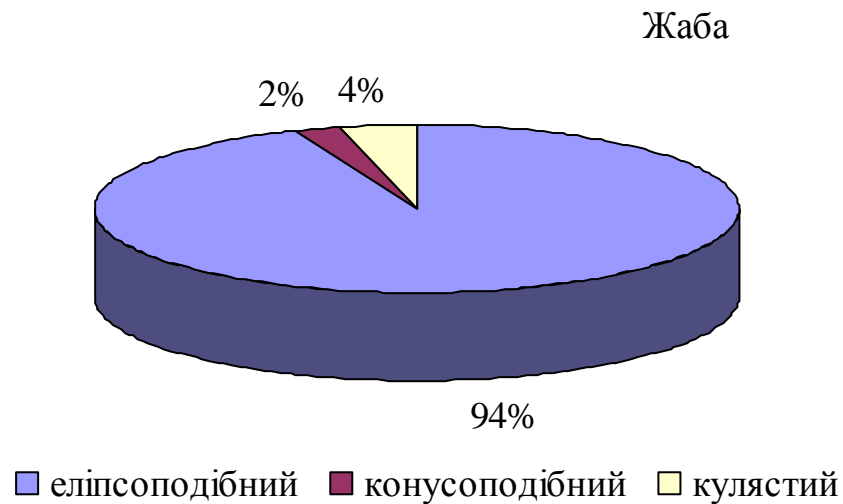
хівки серця. Передсердя тільки починають формуватися, тому слабо виражені та відсутні серцеві вухка. Вивчаючи форми серця жаби, нами було доведено, що усередині систематичної групи форми серця зустрічаються як конусоподібні, еліпсоподібні так і кулясті.



**Рис. 3.4.** Макропрепарат: зовнішня форма серця жаби (А – передня поверхня; Б – задня поверхня):

- 1 – праве передсердя;
- 2 – ліве передсердя;
- 3 – шлуночок.

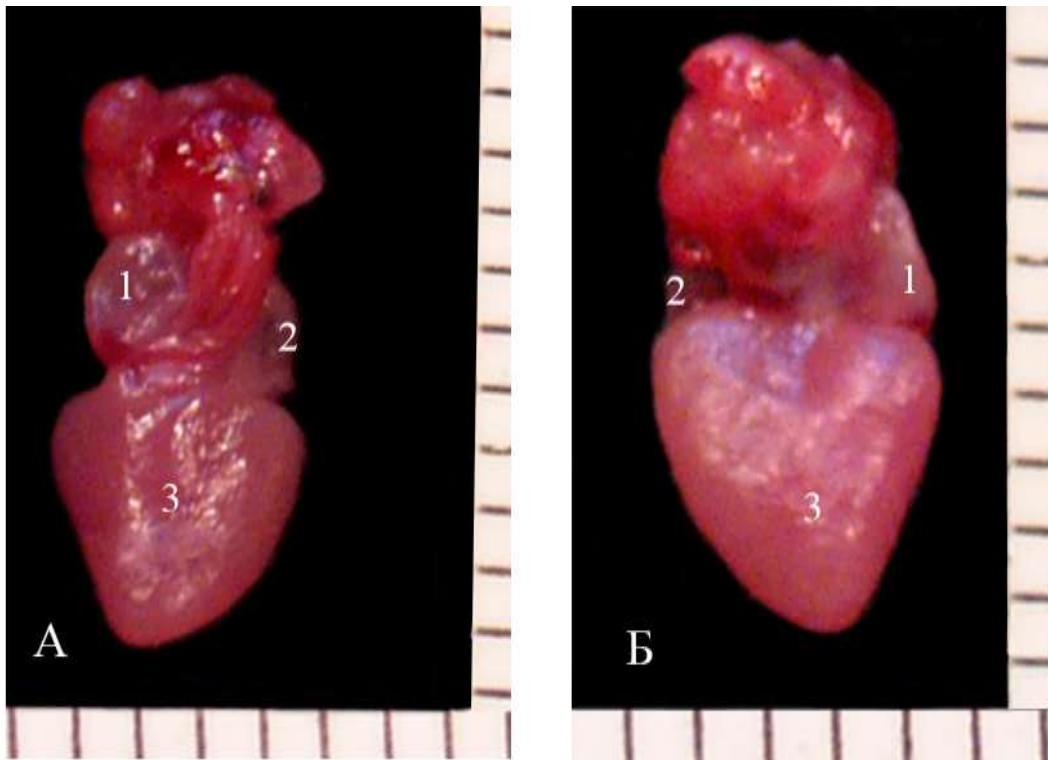
У жаби з 100 % сердець зустрічаються більше еліпсоподібної форми – 94 % і 4 % – кулястої форми, лише 2 % – спостерігалися конусоподібної форми (рис. 3.5). Морфометричні дані показують, що форма серця у жаби еліпсоподібна – 71 %,  $CI = 0,42$ , яка вказує рухові активності жаби.



**Рис. 3.5.** Конституціональний тип серця жаби.

До класу плазунів (*reptilia*), ряду лускаті (*squamata*), підряду ящірки (*lacertilian*) відноситься ящірка зелена, *Lacerta viridis*, і до ряду черепахи (*chelonia*), підряду скритошийні черепахи (*cryptodira*), належить степова черепаха, *Testudo horsfieldi*. У нормі у ящірки серце трикамерне, де спостерігається повна перетинка між двома передсердями, і неповна перетинка в шлуночку. Серце у ящірки (рис. 3.6) розташовувалося на черевній стороні передньої частини грудної порожнини. Перегородку передсердя ділить атріовентрикулярний отвір на дві частини. Артеріального конуса у плазунів не спостерігалось, оскільки він редукований. Головні артеріальні стовбури відходили від шлуночка самостійно. При цьому на відміну від амфібій, у яких від артеріального конуса відходили три пари артеріальних стовбурів, то у плазунів у серці починаються тільки три непарні судини: легенева артерія і дві (права і ліва) дуги аорти. У них венозна пазуха виражена слабо. У ящірки шлуночок (рис. 3.6) витягнутої форми, з загостреним кінцем верхівки, яка спрямована униз та праворуч. На передній та задній поверхнях серця міжшлуночкові борозни чітко визначаються у верхніх 2/3 частинах серця. За рахунок цього верхні частини шлуночків мають округлену, кулясту фор-

му, поступово переходять у звужену нижню частину. На передній поверхні ближче до верхівки та праворуч спостерігається серцева вирізка. Задня поверхня плоска. Шлуночок вкривають тонкостінні передсердя. Серцеві вушка не виражені.

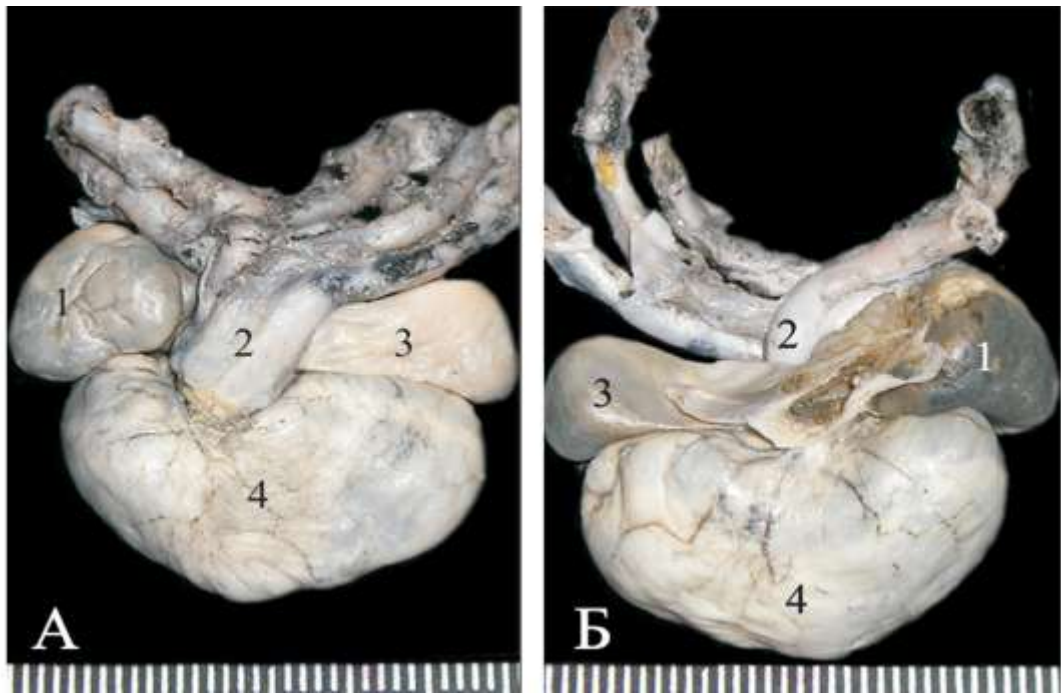


**Рис. 3.6.** Макропрепарат: зовнішня форма серця ящірки (А – передня поверхня; Б – задня поверхня) :

- 1 – праве передсердя;
- 2 – ліве передсердя;
- 3 – шлуночки.

Морфометричні параметри серця ящірки показали, що серце у ящірок еліпсоподібне – 66 %, оскільки 99 % сердець – еліпсоподібні, тільки 1 % – конусоподібні (рис. 3.8), а кулястих сердець не зустрічалося. СІ у ящірки помітно більший, ніж у жаби, він дорівнює 1,87, що вказує про рухливий спосіб життя ящірки.

У степової черепахи в нормі серце розташовується в передній частині грудочеревної порожнини. Серце трикамерне, де спостерігається повна перетинка між двома передсердями, і неповна перетинка – в шлуночку. Серце черепахи (рис. 3.7) завжди має кулясту форму (довжина може бути трохи меншою за ширину), що пов'язано з особливостями будови грудної клітки (наявність панцира). Основу панцира складають розширені ребра, остисті відростки хребців, ключиці, грудина, шкіряні окостеніння, які утворюють єдину структуру – пластрон. Така будова грудного скелета і малорухомий образ життя формують кулясту форму серця.

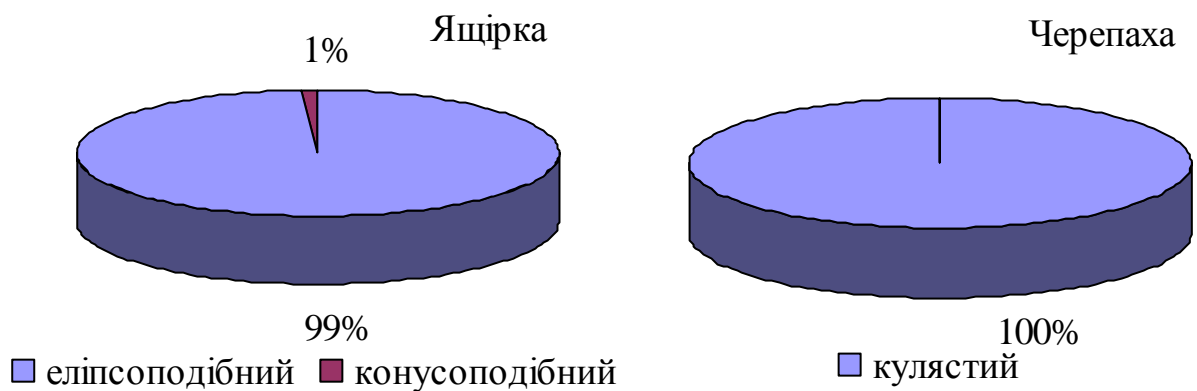


**Рис. 3.7.** Макропрепарат: зовнішня форма серця черепахи (А – передня поверхня; Б – задня поверхня):

- 1 – праве передсердя;
- 2 – ліва дуга аорти;
- 3 – ліве передсердя;
- 4 – шлуночок.

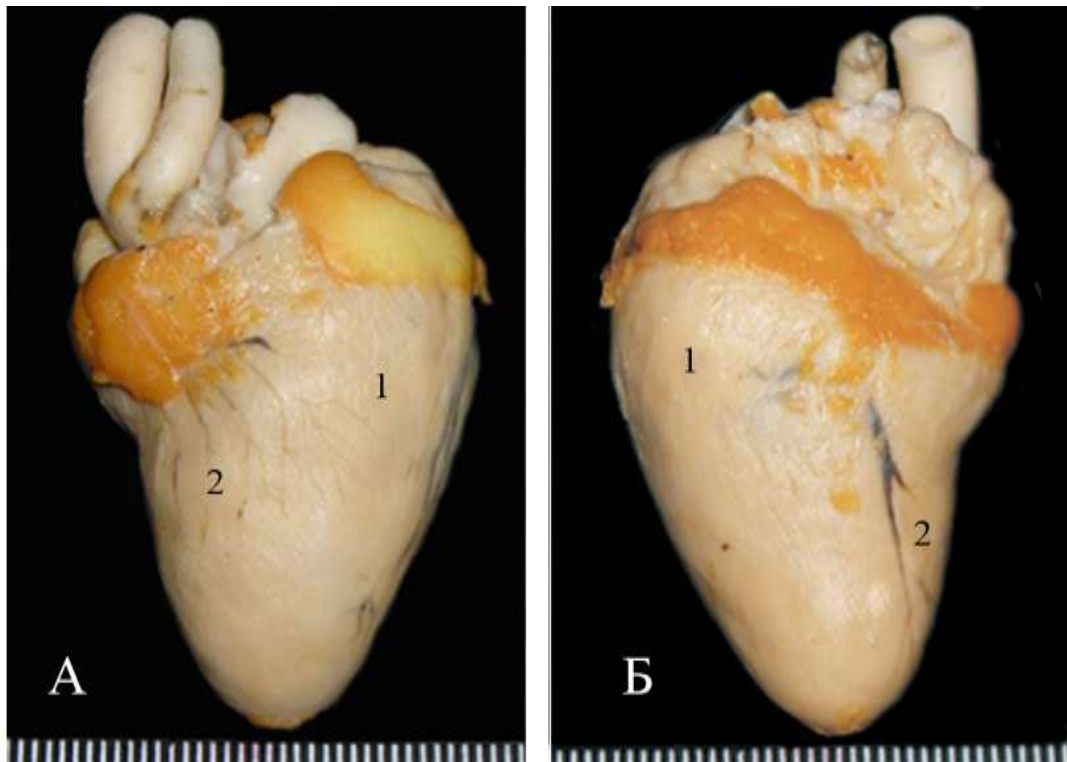
Передсердя серця черепахи мають досить крупні розміри (рис. 3.7), вони добре виражені, тонкостінні, темного кольору. Праве передсердя кулясте за формою, на відміну від лівого передсердя, яке має подовжену форму, закруглену наприкінці. Обидва передсердя у черепахи відкриваються в дорзальну камеру шлуночка, але отвір лівого передсердя розташований ліворуч, ближче до сліпого кінця цієї камери, а отвір правого передсердя – ближче до вільного краю перегородки. При такому розташуванні артеріальна кров накопичується у лівій частині дорзальної камери шлуночка серця черепахи, а венозна – у вентральній камері шлуночка. Артеріальний конус у черепах не спостерігається, він повністю редукований. Від шлуночка відходить ліва дуга аорти, яка починається від правого відділу шлуночка. На передній поверхні шлуночка – опуклі, на задній – плоскі. Правий шлуночок на передній поверхні більш кулястий та менший за розмірами, ніж лівий. Лівий шлуночок ширший за правий та вирізняється більшими розмірами. Обидва краї серця черепахи заокруглені, а серцева вирізка зміщена ліворуч. Верхівка серця черепахи трохи загострена, серцеві вушка відсутні.

Індекс форми серця черепахи дорівнює 192 %, що говорить про кулясту форму серця, оскільки з 100 % вивчених сердець черепахи всі серця зустрічалися кулястої форми (рис. 3.8). СІ у черепахи рівний 0,42, що вказує про її рухову активність.



**Рис. 3.8.** Конституціональні типи серця плазунів.

До класу птахів (aves), наряду кільограді птахи (carinatae), ряду курячі (galliformes), відноситься курка, (Gallus gallus). Серце курки в нормі розташовується у верхній частині порожнини тіла, крупних розмірів, чотирикамерне. Воно складається з двох передсердь і двох шлуночків (рис. 3.9).

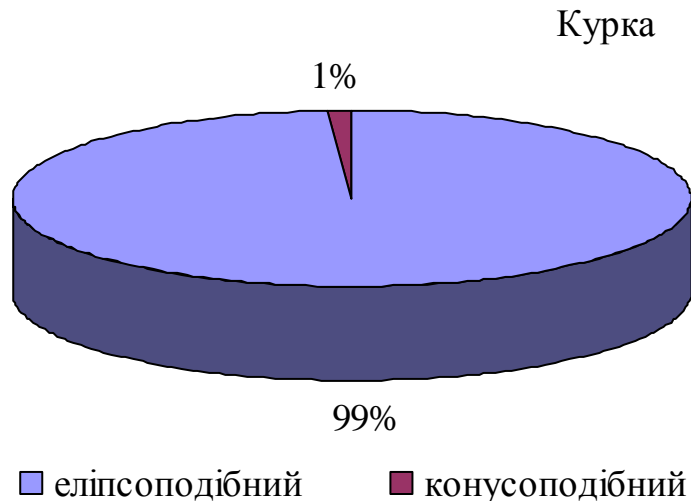


**Рис. 3.9.** Макропрепарат: зовнішня форма серця курки (А – передня поверхня; Б – задня поверхня):

- 1 – лівий шлуночок;
- 2 – правий шлуночок.

У верхній частині серця добре видно два виразно відокремлених один від одного, тонкостінних, темного кольору передсердь, з яких ліве передсердя крупніше, ніж праве (рис. 3.9). У передсердях з'являються ще слабко виражені серцеві вушка. Шлуночки в серці курей набагато світліші. Зовнішня будова передньої поверхні шлуночків серця відрізняється одна від одної за формою та розмірами. У правому шлуночку верхня частина добре ви-

ражена, має більші розміри та кулясту форму, потім вона під гострим кутом переходить у звужену нижню частину, яка закінчується верхівкою (рис. 3.9). Для лівого шлуночка характерна більш об'ємна та округла форма всього відділу, хоча і в лівому шлуночку спостерігається звуження до верхівки. Край лівого шлуночка плавно закруглюється. На задній поверхні серця птаха верхні 2/3 частини більш плоскі, посередині серця спостерігається більш об'ємна частина шлуночка, а верхівка має більш округлу форму, ніж спереду. Межа між товстостінним, великим за об'ємом лівим шлуночком і правим шлуночком, які повністю відокремлені один від одного міжшлуночковою перегородкою, ззовні виражена дуже слабо. Права – венозна і ліва – артеріальна половини серця ізольовані одна від одної. Від правого шлуночка відходить легенева артерія, а від лівого шлуночка – дуга аорти – права. Венозний синус зредукований. Відносні розміри серця у курей великі, верхня частина серця крупна, округла. А від середини до верхівки шлуночки звужуються і верхівка загострена, спрямована трохи вліво.

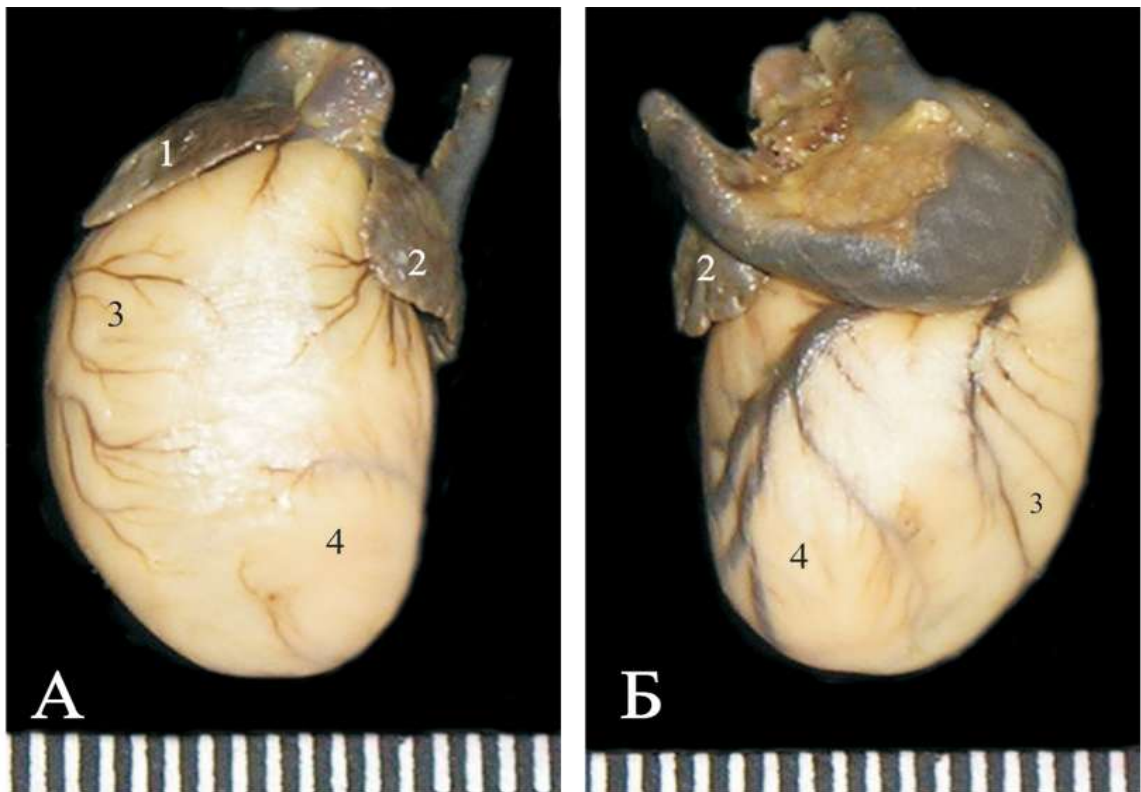


**Рис. 3.10.** Конституціональний тип серця птаха.



Дослідження показало, що ІФС у курки – 69 %, оскільки в цій групі – 99 % сердець еліпсоподібні, 1 % – конусоподібні, а кулястої форми серця не зустрічалися (рис. 3.10). СІ у курки 2,01, що вказує про її активну рухливість .

До класу ссавців (mammalia), ряду гризуни (rodentia), відноситься білий щур, *Rattus norvegicus alba*. У щура серце в нормі – чотирикамерне, яке знаходиться в передньому відділі грудної клітки. Серце у щура повністю оточене легенями і вільне лише в передньо-нижній частині. Артеріальний конус і венозний синус зредуковані. Зовні тонкостінне і темніше передсердя в серці щура відокремлене поперечною борозною від товстостінних і світло фарбованих шлуночків (рис. 3.11).



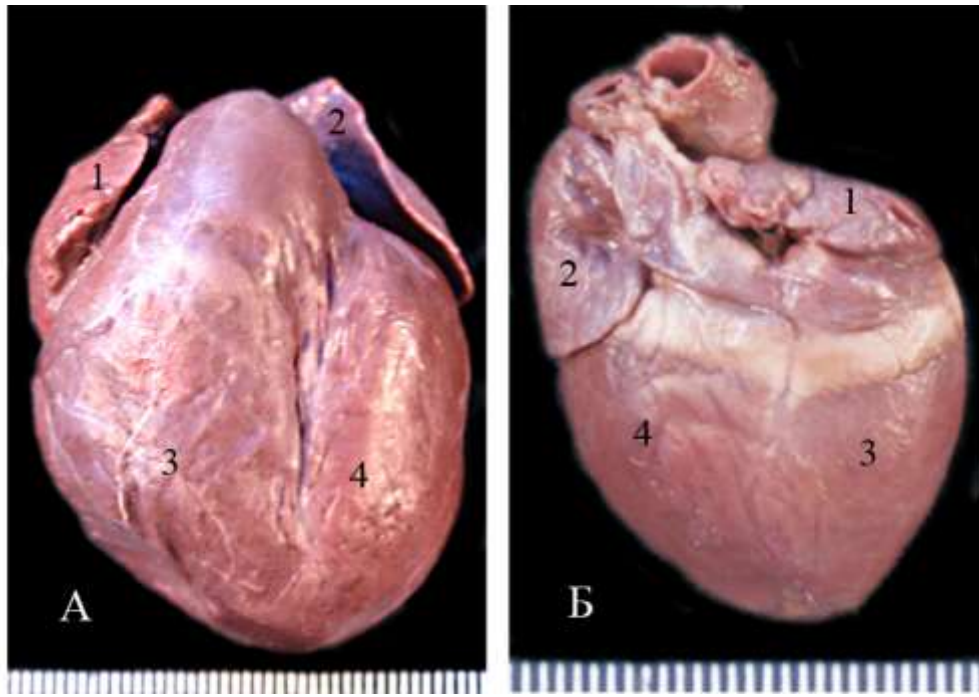
**Рис. 3.11.** Макропрепарат: зовнішня форма серця щура (А – передня поверхня; Б – задня поверхня):

- 1 – праве вушко;
- 2 – ліве вушко;
- 3 – правий шлуночок;
- 4 – лівий шлуночок.

Права і ліва половини серця повністю ізольовані одна від одної. Від правого шлуночка відходить легенева артерія, а від лівого – дуга аорти. Відносні розміри серця різні у різних видів. У щура серце (рис. 3.11) витягнутої форми, верхівка заокруглена. Краї серця однаково округлі та плавно переходять у верхівку. Передня поверхня серця випукла, правий шлуночок більший за лівий. Задня поверхня серця щура плоска, за розмірами лівий шлуночок більший, ніж правий. На задній поверхні чітко спостерігається хід та розгалуження коронарних артерій, на відміну від передньої поверхні. У передсердях спостерігається наявність виразних серцевих вушок. Для серця щура характерні серцеві вушка крупних розмірів та темного кольору.

Морфометричні параметри говорять про еліпсоподібні форми серця у щура, оскільки ІФС у щура рівний – 68 %. У з 100 % досліджених нами сердець щура – 93 % зустрічалися еліпсоподібної, 4 % – конусоподібної і лише 3 % – кулястої форми серця (рис. 3.13). СІ у щура дорівнює 0,31, що вказує про його рухову активність.

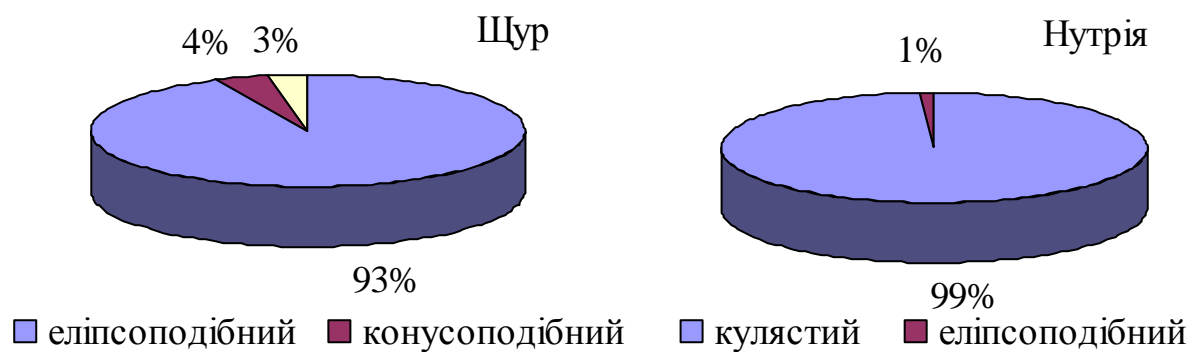
До ряду гризунів (rodentia), сімейства нутрієвих (myolastoridae) відноситься нутрія (myocastor coypus). У нутрії серце наближається до округлого типу, широке і сплюснене, з тупою формою верхівки (рис. 3.12). Передня поверхня серця нутрії має дуже виразне підвищення, яке розташовано між правим та лівим серцевими вушками. Це підвищення належить до правого шлуночка, воно відокремлено міжшлуночковою борозною з одного боку, а з іншого – поступово переходить у правий край. Задня поверхня серця плоска, має виразну борозну вінцевого синусу, але міжшлуночкова борозна не виразна. Задня поверхня шлуночків коротша, ширша, більш округла. Тоді як передня поверхня шлуночків серця нутрії має подовжену форму, об'ємну, за рахунок глибокої виразної міжшлуночкової борозни. На обох поверхнях слабо виражені судини. Найбільший обсяг передсердя складають серцеві вушка.



**Рис. 3.12.** Макропрепарат: зовнішня форма серця нутрії (А – передня поверхня; Б – задня поверхня):

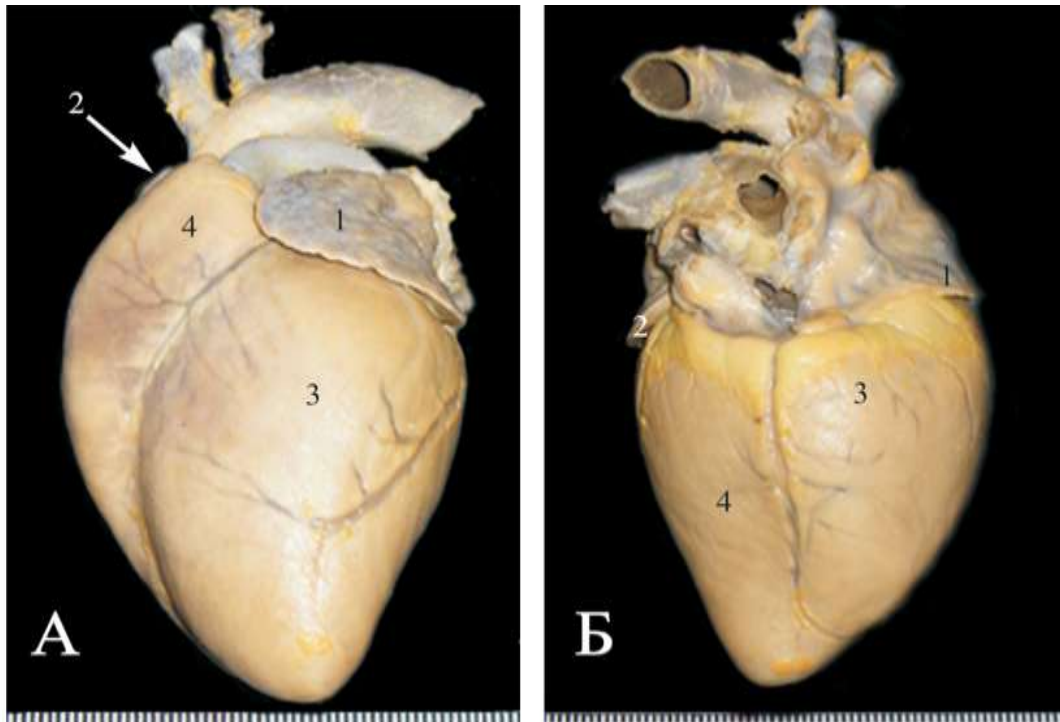
- 1 – праве вушко;
- 2 – ліве вушко;
- 3 – правий шлуночок;
- 4 – лівий шлуночок.

Морфометричні дані показують, що ІФС у нутрії дорівнює 82 %, що говорить про кулясту форму серця нутрії. В групі тварин зустрічається 99 % куляста форма серця і 1 % – еліпсоподібна форма (рис. 3.13). СІ рівний 0,4, демонструє рухову активність тварини.



**Рис. 3.13.** Конституціональні типи серця гризунів.

До ряду зайцеподібних (lagomorpha), сімейства зайців (Leporidae) відноситься заєць-русак, *Lepus europaeus*. Серце зайця в нормі – чотирикамерне, крупних розмірів, подовжене, з загостреною верхівкою. Верхні частини шлуночків крупні, округлі, об'ємні, донизу звужуються (рис. 3.14). Передня поверхня опукла, задня – сплюснута. Добре виражена борозна, яка розділяє правий і лівий шлуночки. Ліва стінка шлуночка серця зайця крупніша і товстіша, ніж стінка правого шлуночка, з добре вираженими кровоносними судинами. Добре видно, що лівий шлуночок більш витягнутий, тобто довший, ніж правий шлуночок. Близьче до верхівки серця лівий край трохи увігнутий. Верхівка загострена, спрямована ліворуч. Серцеві вушка крупних розмірів, темного кольору (рис. 3.14).

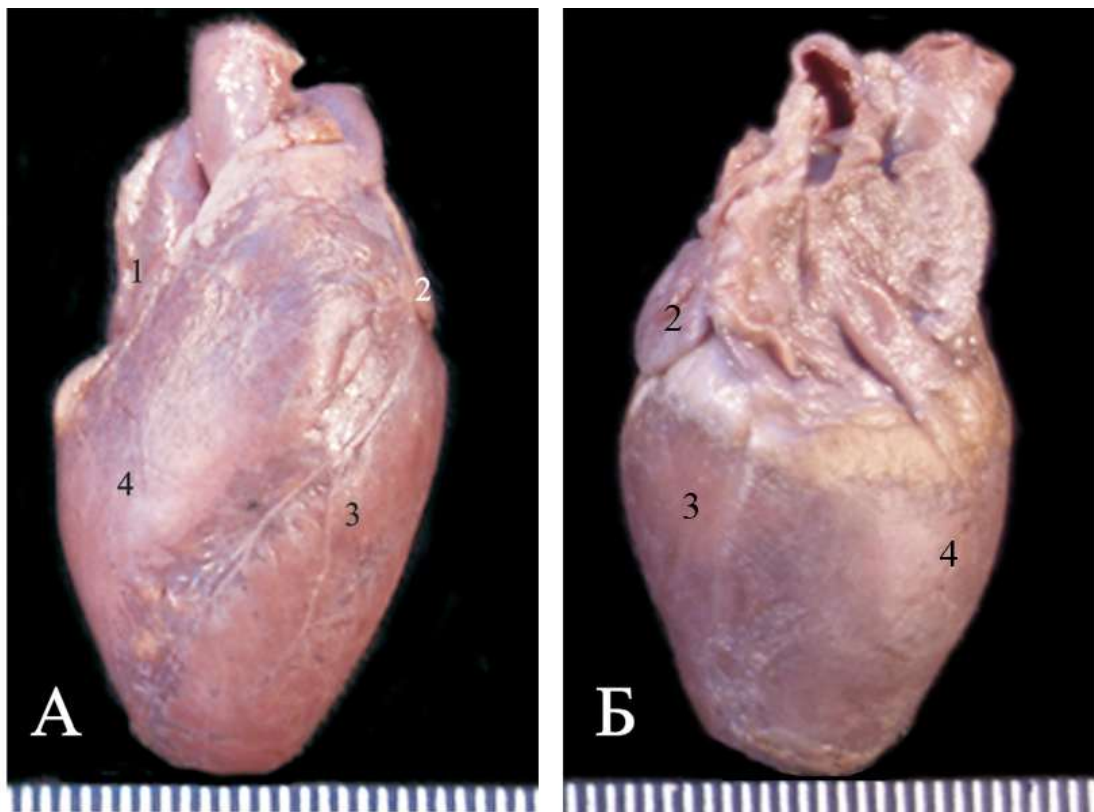


**Рис. 3.14.** Макропрепарат: зовнішня форма серця зайця (А – передньо-ліва поверхня; Б – задня поверхня):

- 1 – праве вушко;
- 2 – ліве вушко;
- 3 – лівий шлуночок;
- 4 – правий шлуночок.

Дослідження показали, що у зайця серце конусоподібне – 43 %, тому що усі досліджені нами серця тварин мали 100 %-у конусоподібну форму (рис. 3.16), інших форм серця не зустрічали. СІ – 1,16, що вказує про високу рухливу активність тварини.

До сімейства зайців (Leporidae) відноситься кроль, *Oryctolagus*. У кроля серце в нормі – теж чотирикамерне, але на відміну від серця зайця маса серця кроля в чотири рази менша (рис. 3.15).



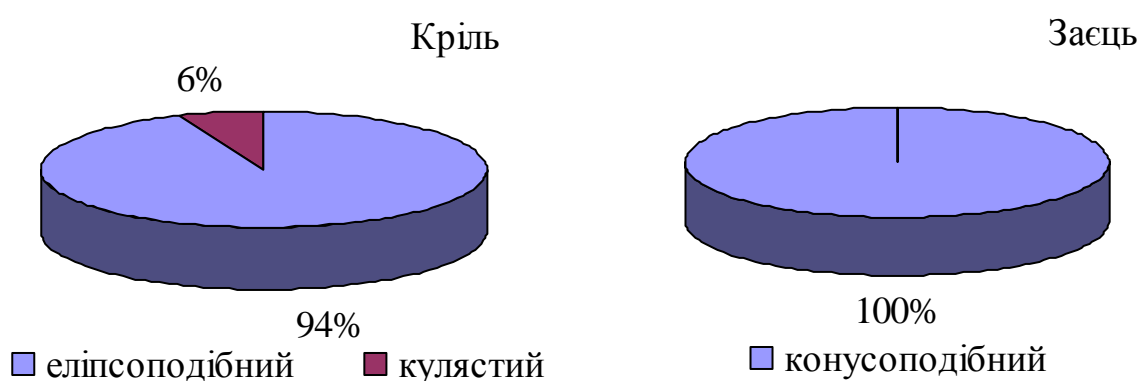
**Рис. 3.15.** Макропрепарат: зовнішня форма серця кроля (А – передня поверхня; Б – задня поверхня):

- 1 – праве вушко;
- 2 – ліве вушко;
- 3 – лівий шлуночок;
- 4 – правий шлуночок.

Серце витягнуто-звуженої форми, більш овальне, трохи сплюснене, з тупою верхівкою (рис. 3.15). Передня поверхня серця кроля, як і задня – суцільна. На них слабо виражена борозна, яка відокремлює передсердя від шлуночків. Права стінка на передній поверхні тонка, сплюснута. Ліва стінка серця кроля – товста і кругліша. Верхівка серця плавно округлена. Серцеві вушка за розмірами маленькі, але чітко виражені.

Морфометричні дослідження показують, що форма серця у кроля еліпсоподібна – 70 %, оскільки усередині групи зустрічається – 94 % еліпсоподібної форми серця і – 6 % кулястої форми (рис. 3.16).  $CI = 0,6$ , вказує руховій активності кроля.

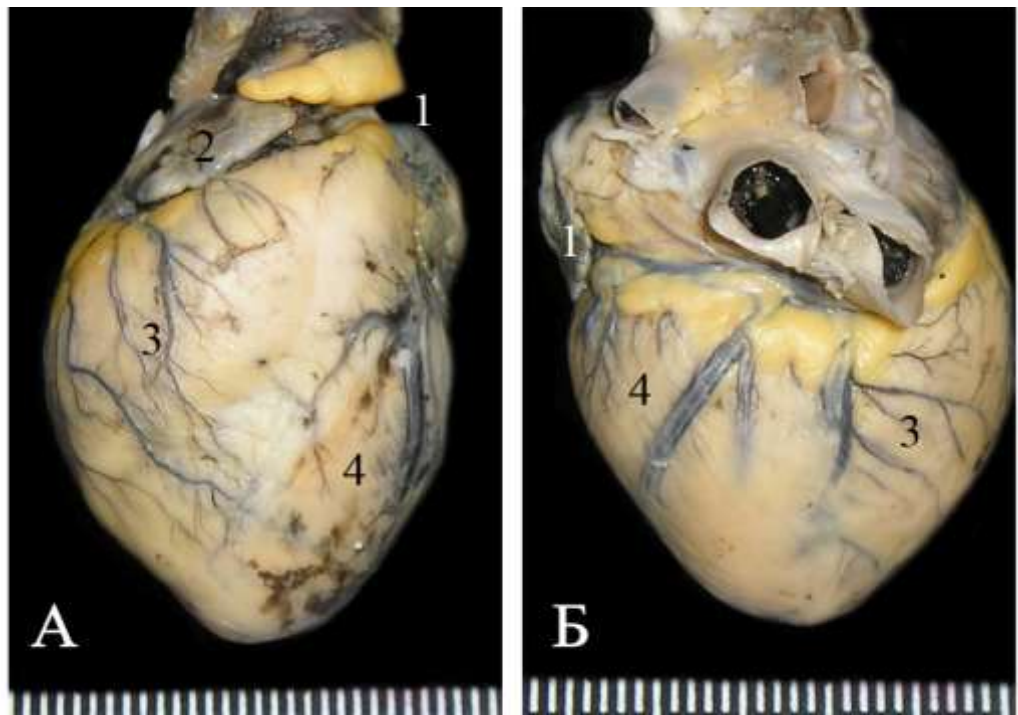
Таким чином, наявність меншого за розмірами та масою серця у кроля, в порівнянні із зайцем, пояснюється малорухливим способом життя і низьким рівнем метаболізму. Чим менше за масою тварина, тим швидше зростає споживання кисню при зростанні швидкості бігу, окрім того, підвищується маса серця, що характерно для зайця. Така різниця між серцями кроля та зайця пояснюється здатністю та можливістю зайця вільно пересуватися у природному середовищі.



**Рис. 3.16.** Конституціональні типи серця зайцеподібних.

До ряду хижих (carnivora), сімейства кішок (felidae) відноситься домашня кішка (*Felis catus*). При аналізі морфометричних даних серця кішки

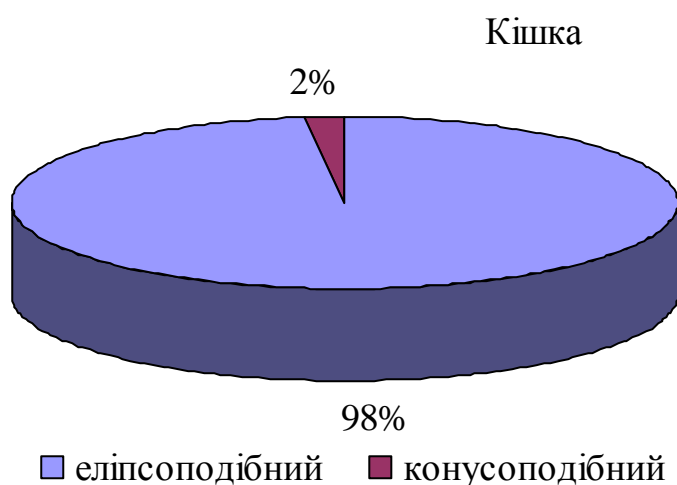
(рис. 3.17) видно, що передня поверхня серця кішки витягнуто-закругленої форми. З боку правого шлуночка серцева стінка більш опукла і кулястої форми, ближче до верхівки спостерігається серцева вирізка, яка зміщена праворуч. А з боку лівого шлуночка серцева стінка увігнуто-сплющена. Серце крупних розмірів, верхівка дещо загострена. Задня поверхня сплющена, кругліша, об'ємніша, ніж передня поверхня. Добре виражені судини та борозни, які відокремлюють відділи серця. Передсердя мають тонкі стінки, світліші за кольором. Серцеві вушка крупних розмірів, темного кольору (рис. 3.17).



**Рис. 3.17.** Макропрепарат: зовнішня форма серця кішки (А – передня поверхня; Б – задня поверхня):

- 1 – ліве вушко;
- 2 – праве вушко;
- 3 – правий шлуночок;
- 4 – лівий шлуночок.

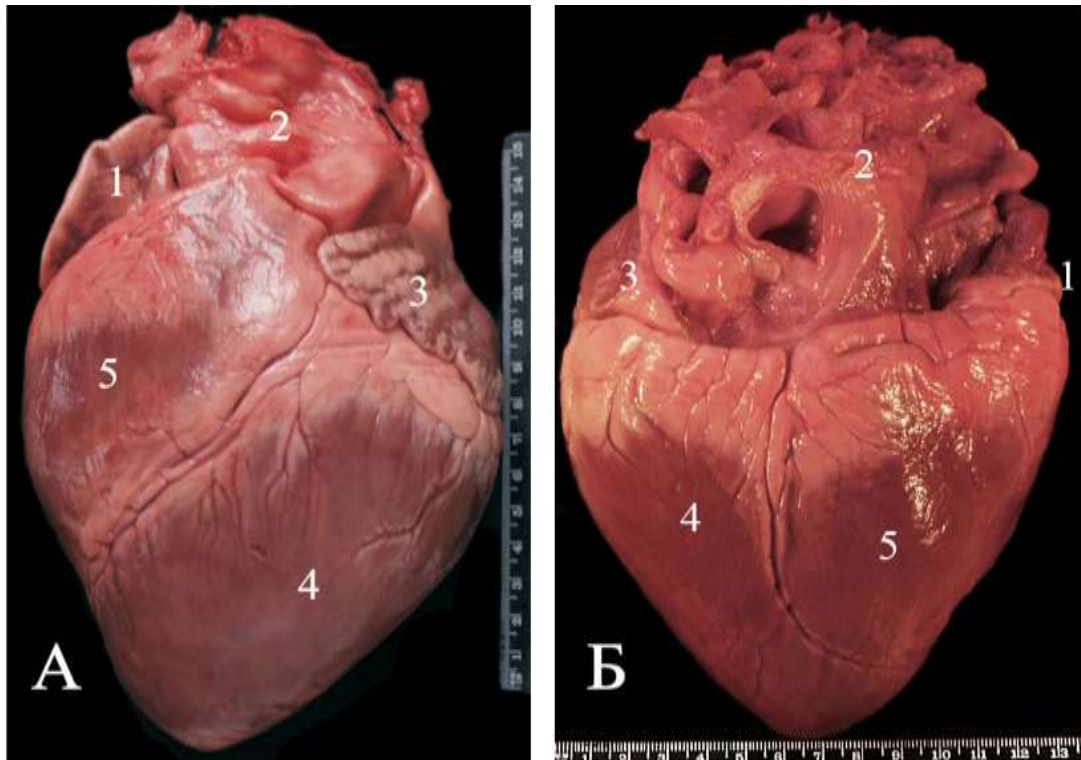
Наші морфометричні дані показують, що форма серця у кішки еліпсоподібна – 66 %. Оскільки в цій групі 98 % сердець еліпсоподібні, 2 % – конусоподібні (рис. 3.18), а кулястої форми серця не зустрічається. СІ дорівнює 0,63, що вказує про рухову активність тварини.



**Рис. 3.18.** Конституціональний тип серця кішки.

До ряду парнокопитних (artiodactyla), підряду нежуйні (nonruminantia), сімейство свинячих (Suidae), відноситься свиня домашня (suscrofa domesticus), У свині серце крупних розмірів, округлої форми (рис. 3.19), із загостреною верхівкою. У верхній третині шлуночки серця крупні, об'ємні, звужуються в напрямі верхівки. На передній поверхні добре виражені борозни, які розділяють як шлуночки між собою, так і передсердя зі шлуночками, та кровоносні судини. На місці переходу передньої міжшлуночкової борозни у задню ближче до правого краю серця свині спостерігається серцева вирізка. Задня поверхня сплющена. Ліва стінка шлуночка серця свині крупніша, товща, ніж стінка правого шлуночка, яка тонкостінна і менш виразно сплюснута. Вушка крупні, добре виражені.



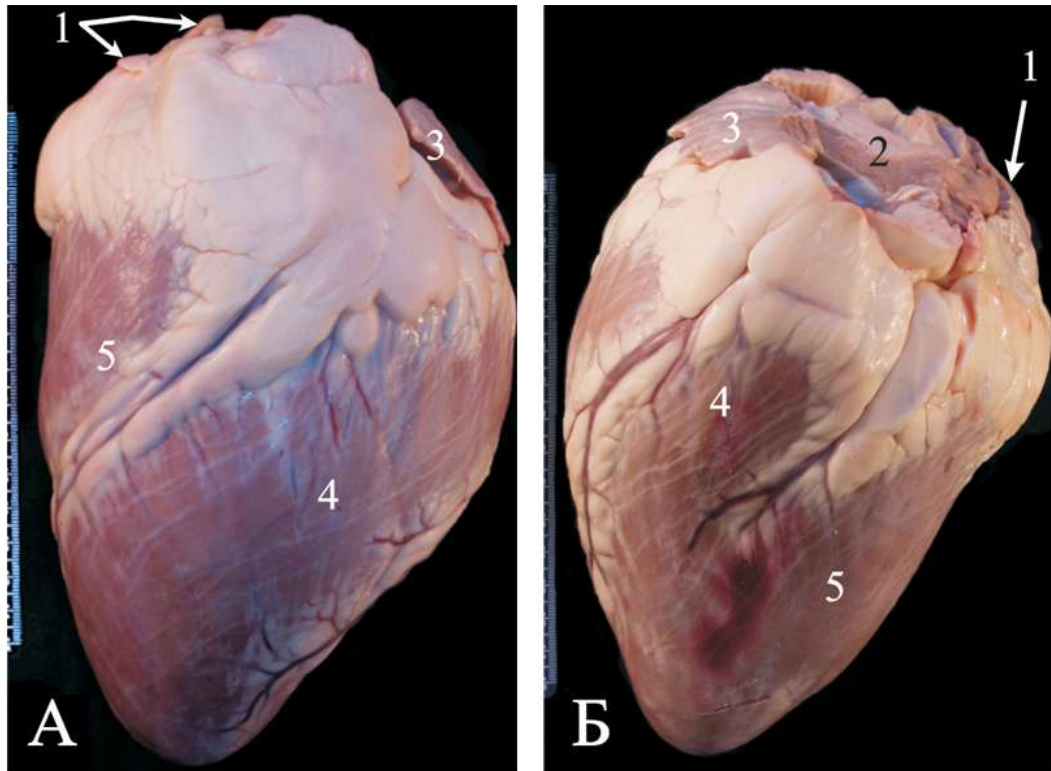


**Рис. 3.19.** Макропрепарат: зовнішня форма серця свині (А – передня поверхня; Б – задня поверхня):

- 1 – праве вушко;
- 2 – передсердя;
- 3 – ліве вушко;
- 4 – лівий шлуночок;
- 5 – правий шлуночок.

Наші дослідження показують, що форма серця у свині куляста – 77 %. Оскільки в цій групі 98 % – кулястої форми серця і – 2 % сердець еліпсоподібні (рис. 3.21). СІ дорівнює 0,2, що вказує руховій активності свині.

До підряду жуйних (*ruminantia*) відноситься корова домашня (*Taurus linnaeus*). У корови серце більш крупних розмірів, ніж у свині. Серце корови витягнуте, подовженої форми, верхня частина крупна, округла і об'ємна (рис. 3.20). У напрямку до верхівки серце звужується.

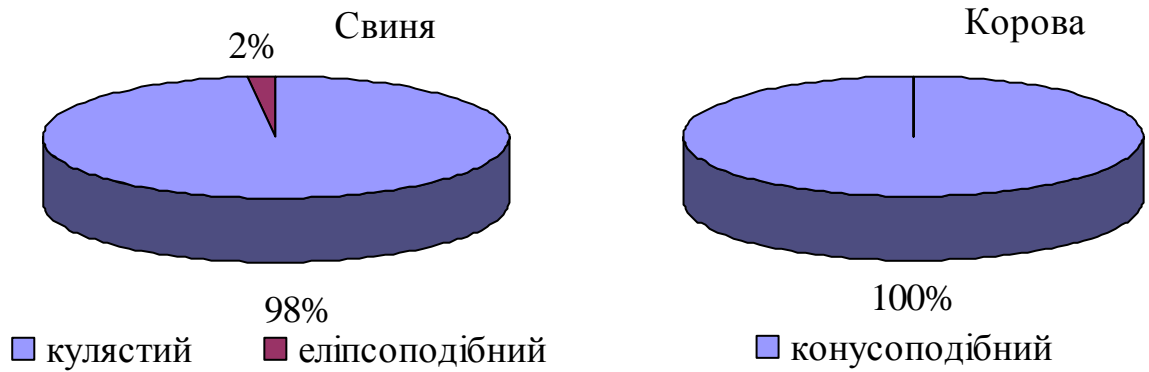


**Рис. 3.20.** Макропрепарат: зовнішня форма серця корови (А – передня поверхня; Б – задня поверхня):

- 1 – праве вушко;
- 2 – передсердя;
- 3 – ліве вушко;
- 4 – лівий шлуночок;
- 5 – правий шлуночок.

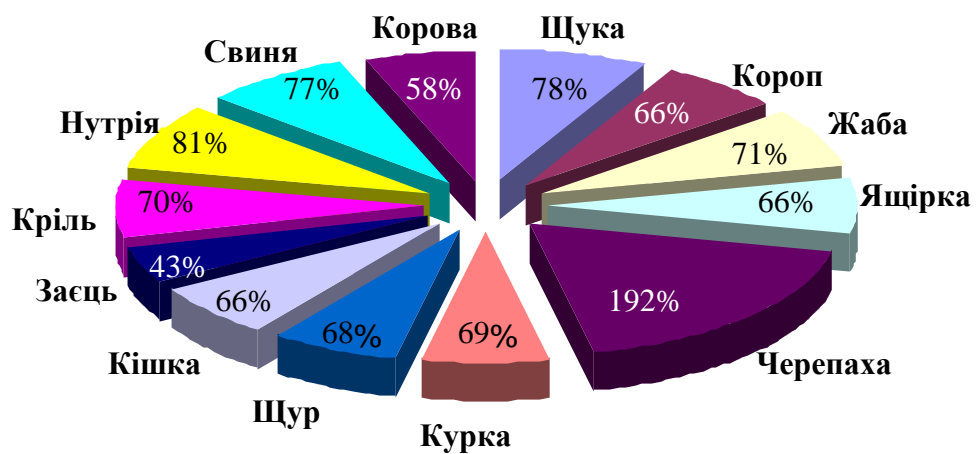
Добре виражена міжшлуночкова борозна серця корови розділяє два шлуночки (рис. 3.20). Добре видні кровоносні судини. Серцеві вушка і ліве, і праве середніх розмірів, добре виражені. На передній поверхні серця корови ліва стінка шлуночка виражена сильніше, ніж права. Стінка лівого шлуночка крупніша, товща, більш подовжена, ніж стінка правого шлуночка. На задній поверхні серця корови сильніше виражений правий шлуночок, ніж лівий. Тут серце об'ємніше, але стінки значно тонші (рис. 3.20).

Наші морфометричні показники говорять про конусоподібну форму серця – 58 % у корови, оскільки усі досліджені серця тварин були конусоподібної форми (рис. 3.21), інших форм серця не зустрічали. СІ дорівнює 0,3, що вказує про рухову активність тварини.



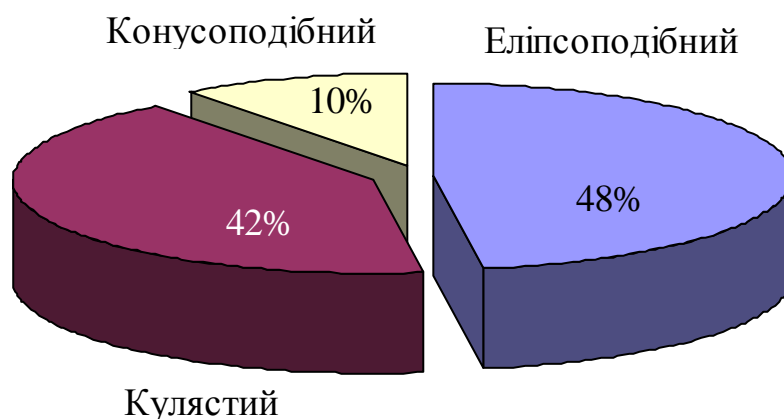
**Рис. 3.21.** Конституціональні типи серця парнокопитних.

Аналізуючи співвідношення індексу форми серця у піддослідних тварин, було визначено, що найбільший ІФС – 192 % спостерігається у черепахи, відповідно, найменший – у зайця – 43 % (рис. 3.22). ІФС інших тварин відрізняється незначним чином один від одного і коливається у межах 58 % – 81 %.



**Рис. 3.22.** Індекс форми серця тварин різних видів (у відсотках).

При дослідженні форми серця було визначено, що у вивчених нами тварин переважає еліпсоподібна форма серця – 48 % (короп, жаба, ящірка, курка, щур, кішка, кроль) та куляста – 42 % (щука, черепаха, нутрія, свиня), конусоподібна форма серця виявлена у найменшій кількості досліджуваних тварин – 10 % (заєць, корова) (рис. 3. 23).



**Рис. 3.23.** Співвідношення розподілу всього матеріалу за формою серця.

З таблиці (табл. 3.3) видно, що форма серця коливається від конусоподібної до кулястої, але для більшості вивчених тварин характерним є еліпсоподібна форма серця, за винятком серця черепахи, щуки, нутрії, свині – серця яких мають кулясту форму, і серця – зайця та корови, які мають конусоподібну форму серця. Серед цих показників вирізняється ІФС двох тварин: зайця, який має найменший показник, і черепахи, яка має найбільший показник. У зайця ІФС дорівнює  $43 \% \pm 5 \%$ , що свідчить про конусоподібну форму серця. Така форма серця залежить від рухової активності тварини, а з тварин, що вивчаються, самим активним є заєць. Серед вивчених тварин найменш активним є черепаха, що підтверджується її

ІФС, який дорівнює  $192 \% \pm 19 \%$ , такий індекс відповідає кулястій формі серця тварини.

Таблиця 3.3

**Кількісна характеристика морфометрії ізольованого серця**

Види тварин	Розміри серця			Маса серця (г)	Об'єм серця (мл)	Індекс форми серця
	довжина (мм)	ширина (мм)	товщина (мм)			
щука	23,0±0,60	18,0±0,60	15,0±0,60	8,30±0,02	0,40±0,02	78±6%
короп	12,0±0,20	8,00±0,10	0,30±0,01	6,60±0,01	0,30±0,02	66±3%
жаба	7,00±0,00	5,00±0,00	3,00±0,00	0,15±0,00	0,06±0,00	71±8%
ящірка	6,00±0,00	4,00±0,00	2,00±0,00	0,12±0,00	0,03±0,00	66±4%
черепаха	13,0±0,03	25,0±0,30	10,0±0,10	5,50±0,01	0,16±0,04	192±19%
курка	26,0±0,40	18,0±0,40	11,0±0,50	31±7,00	7,70±0,64	69±3%
щур	16,0±0,40	11,0±0,30	70,0±0,20	0,60±0,02	0,70±0,02	68±9%
кішка	30,0±0,30	20,0±0,20	17,0±0,20	25,0±3,70	8,10±1,20	66±2%
заєць	62,0±0,60	27,0±0,50	23,0±0,50	45,5±12,5	18,0±2,00	43±5%
кріль	37,0±0,30	26,0±0,20	17,0±0,20	25,5±2,05	13,3±2,00	70±2%
нутрія	33,0±0,50	27,0±0,40	20,0±0,30	19,2±2,01	9,00±1,70	81%±4%
свиня	110±5,00	85,0±0,30	53,0±0,30	300±35,0	25,1±28,0	77±2%
корова	196±4,00	114,±1,00	65,0±0,30	1132±127	94,9±24,0	58±1%

Морфометричні параметри серця тварин різних видів мають численні статистично значущі кореляційні зв'язки з розмірами тіла. З таблиці (табл. 3.4) видно, що найбільші показники сильних кореляційних зв'язків мають жаба та курка (110), а найменший у щурів (34). З показників параметрів серця найбільш сильний кореляційний зв'язок має щука (15), а найменший – у щурів (4). Для щура більш характерний слабкий кореляційний

зв'язок (58) та для параметрів серця (7). Що до зворотного сильного кореляційного зв'язку найбільший показник має черепаха (24). У щуки та щура він зовсім відсутній.

Таблиця 3.4

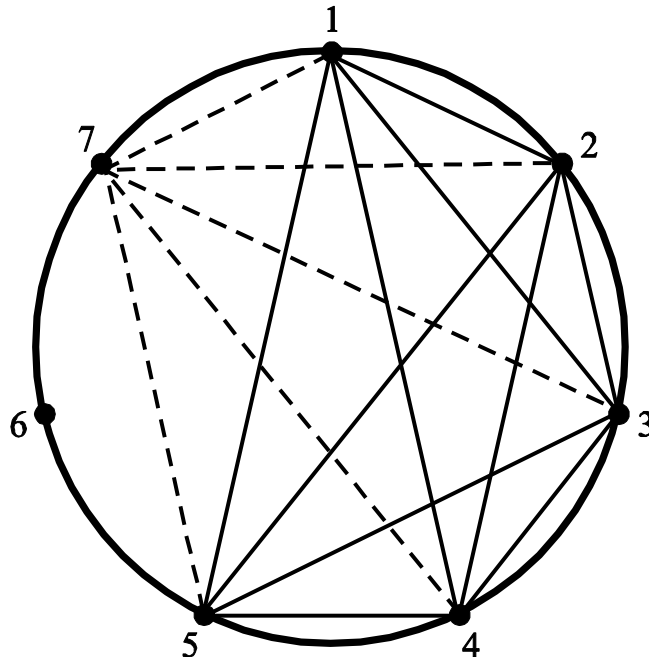
**Кореляційні зв'язки морфометричних параметрів серця (ПС)  
тварин різних видів із розмірами тіла (ЗП)**

Кореляційний зв'язок		Сильний	Середній	Слабкий	Зворотний сильний
короп	ЗП	54	16	55	12
	ПС	10	0	0	5
щука	ЗП	93	32	29	0
	ПС	15	0	0	0
жаба	ЗП	110	2	35	2
	ПС	10	0	0	0
ящірка	ЗП	71	22	40	1
	ПС	10	1	0	0
черепаха	ЗП	92	2	16	24
	ПС	10	0	0	5
курка	ЗП	110	0	3	16
	ПС	10	0	0	4
щур	ЗП	34	39	58	0
	ПС	4	3	7	0

Нами встановлено, що довжина серця у коропових (рис. 3.24) має сильні кореляційні зв'язки з масою серця ( $r = 0,98$ ), з шириною серця ( $r = 0,89$ ), з товщиною серця ( $r = 0,96$ ), з об'ємом серця ( $r = 0,95$ ). Також сильні кореляційні зв'язки спостерігаються між шириною і товщиною серця ( $r = 0,87$ ), шириною серця і об'ємом серця ( $r = 0,90$ ), товщиною серця з об'ємом серця ( $r = 0,96$ ). Зв'язки середньої сили виявлені з довжиною тіла ( $r = 0,51$ ), до довжини грудної клітки ( $r = 0,50$ ), до ширини грудної клітки ( $r = 0,50$ ). Сильні зворотні кореляційні зв'язки знайдені серцевим індексом ( $r = -0,95$ ), між масою серця і серцевим індексом ( $r = -0,93$ ), між шириною се-

рця і серцевим індексом ( $r = -0,91$ ), між товщиною серця і серцевим індексом ( $r = -0,93$ ), з об'ємом серця і серцевим індексом ( $r = -0,92$ ).

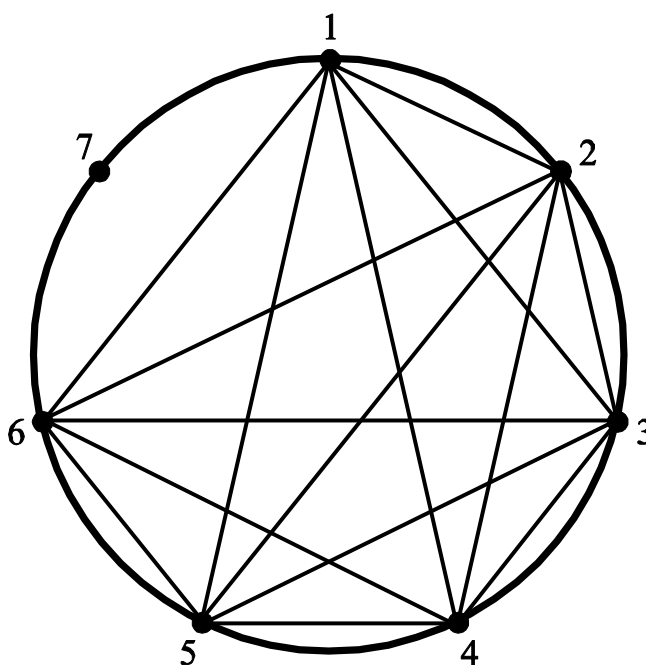
При аналізі кореляційних зв'язків об'єму, товщини і ширини серця у коропових було встановлено, що для об'єму, товщини і ширини серця характерні ті ж кореляційні зв'язки, що і для довжини серця.



**Рис. 3.24.** Сильні кореляційні зв'язки між морфологічними параметрами серця коропа (пряма лінія – сильний зв'язок, пунктир – сильний зворотний зв'язок):

- 1 – маса серця;
- 2 – довжина серця;
- 3 – ширина серця;
- 4 – об'єм серця;
- 5 – товщина серця;
- 6 – індекс форми серця;
- 7 – серцевий індекс.

Довжина серця у щуки має сильні кореляційні зв'язки (рис. 3.25) з масою серця ( $r = 0,77$ ), з шириною серця ( $r = 0,81$ ), з товщиною серця ( $r = 0,81$ ), з об'ємом серця ( $r = 0,84$ ), з індексом форми серця ( $r = 0,76$ ), із сполучною тканиною ( $r = 0,85$ ), з масою тварини ( $r = 0,81$ ), з довжиною тіла ( $r = 0,79$ ), до довжини грудної клітки ( $r = 0,81$ ), до ширини грудної клітки ( $r = 0,80$ ), сильний зв'язок характерний між шириною серця і товщиною серця ( $r = 1,00$ ), з шириною серця і об'ємом серця ( $r = 0,99$ ), з шириною серця і з індексом форми серця ( $r = 0,96$ ), з товщиною серця і з об'ємом серця ( $r = 0,99$ ), з товщиною серця і з індексом форми серця ( $r = 0,96$ ), з об'ємом серця і з індексом форми серця ( $r = 0,96$ ).



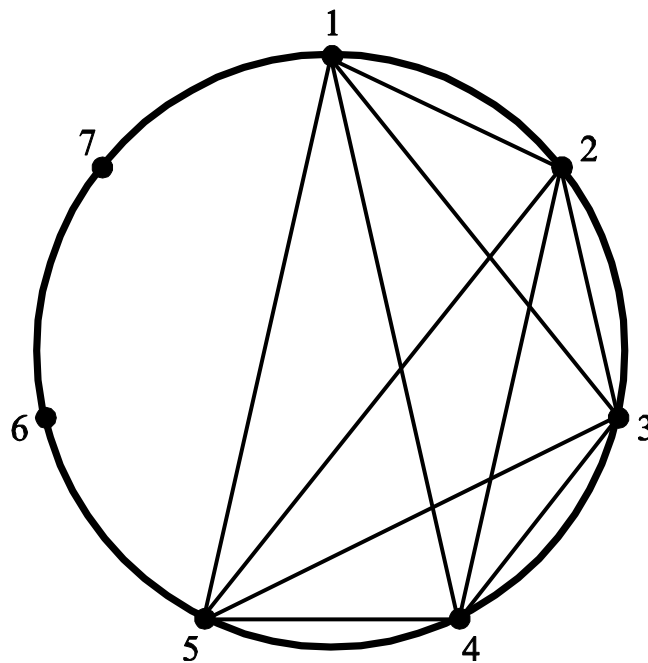
**Рис. 3.25.** Сильні кореляційні зв'язки між морфологічними параметрами серця щуки (пряма лінія – сильний зв'язок):

- 1 – маса серця;
- 2 – довжина серця;
- 3 – ширина серця;
- 4 – об'єм серця;
- 5 – товщина серця;
- 6 – індекс форми серця;
- 7 – серцевий індекс.



Кореляційні зв'язки серця не було знайдено з індексом серця у щуки. Зв'язки середньої сили серця не виявлені, і зворотні кореляційні зв'язки не знайдені. При аналізі кореляційних зв'язків у щуки об'ємів, товщини і ширини серця було встановлено, що для об'єму, товщини і ширини серця характерні ті ж кореляційні зв'язки, що і для довжини серця.

Довжина серця у жаби має сильні кореляційні зв'язки (рис. 3.26) з масою серця ( $r = 0,97$ ), з шириною серця ( $r = 0,95$ ), з товщиною серця ( $r = 0,88$ ), з об'ємом серця ( $r = 0,96$ ), з масою тварини ( $r = 0,99$ ), з довжиною тіла ( $r = 0,95$ ), до довжини грудної клітки ( $r = 0,96$ ), до ширини грудної клітки ( $r = 0,96$ ).

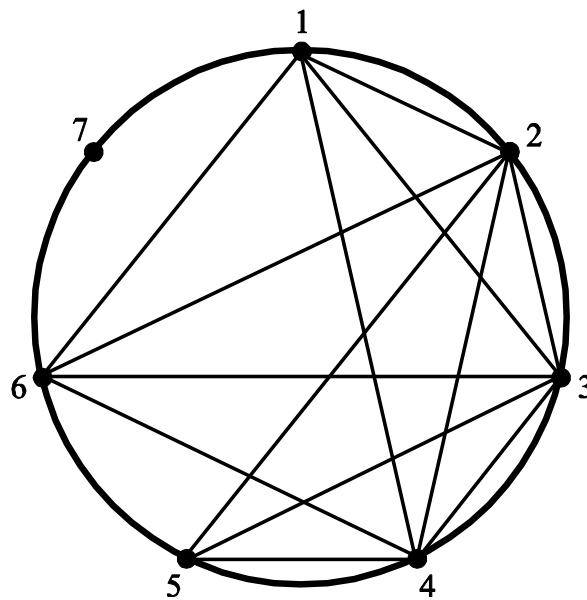


**Рис. 3.26.** Сильні кореляційні зв'язки між морфологічними параметрами серця жаби (пряма лінія – сильний зв'язок):

- 1 – маса серця;
- 2 – довжина серця;
- 3 – ширина серця;
- 4 – об'єм серця;
- 5 – товщина серця;
- 6 – індекс форми серця;
- 7 – серцевий індекс.

Також між шириною серця (рис. 3.26) і товщиною серця ( $r = 0,97$ ), з шириною серця і з об'ємом серця ( $r = 0,95$ ), з товщиною серця і з об'ємом серця ( $r = 0,89$ ). Зв'язки середньої сили серця не виявлені, і зворотні сильні кореляційні зв'язки не знайдені. При аналізі кореляційних зв'язків у жаби об'ємів, товщини і ширини серця було встановлено, що для об'єму, товщини і ширини серця характерні ті ж кореляційні зв'язки, що і для довжини серця.

У ящірки довжина серця має сильні кореляційні зв'язки (рис. 3.27) з масою тварини ( $r = 0,92$ ), з довжиною грудної клітки ( $r = 0,93$ ), з шириною грудної клітки ( $r = 0,93$ ), з шириною серця ( $r = 1,00$ ), з об'ємом серця ( $r = 0,96$ ), з масою серця ( $r = 0,95$ ), з індексом форми серця ( $r = 0,94$ ).



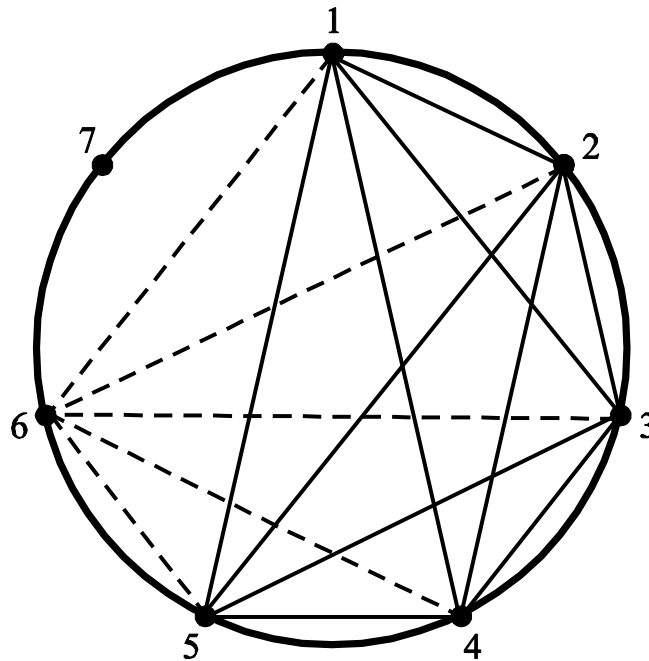
**Рис. 3.27.** Сильні кореляційні зв'язки між морфологічними параметрами серця ящірки (пряма лінія – сильний зв'язок):

- 1 – маса серця;
- 2 – довжина серця;
- 3 – ширина серця;
- 4 – об'єм серця;
- 5 – товщина серця;
- 6 – індекс форми серця;
- 7 – серцевий індекс.

Також між шириною серця (рис. 3.27) і з об'ємом серця ( $r = 0,96$ ), з шириною серця і з індексом форми серця ( $r = 0,94$ ), з об'ємом серця і з індексом форми серця ( $r = 0,91$ ). Середні кореляційні зв'язки (рис. 3.27) знайдені з товщиною серця ( $r = 0,62$ ), між шириною і товщиною серця ( $r = 0,62$ ), товщиною і з об'ємом серця ( $r = 0,65$ ), з товщиною і з індексом форми серця ( $r = 0,56$ ). При аналізі кореляційних зв'язків серця у ящірки об'ємів, товщини і ширини серця було встановлено, що для об'єму, товщини і ширини серця характерні ті ж кореляційні зв'язки, що і для довжини серця.

У черепахи довжина серця має сильні кореляційні зв'язки (рис. 3.28) з масою тварини ( $r = 0,99$ ), з довжиною грудної клітки ( $r = 0,98$ ), з довжиною тіла ( $r = 0,99$ ). Також сильні кореляційні зв'язки довжина серця черепахи має з шириною серця ( $r = 0,99$ ), з товщиною серця ( $r = 0,97$ ), з об'ємом серця ( $r = 0,99$ ), з масою серця ( $r = 0,99$ ), між шириною і товщиною серця ( $r = 0,96$ ), з шириною і з об'ємом серця ( $r = 0,99$ ). Сильні кореляційні зв'язки у черепахи також спостерігаються (рис. 3.28) з шириною серця і з індексом форми серця ( $r = 0,91$ ), з товщиною і з об'ємом серця ( $r = 0,98$ ), з товщиною і з індексом форми серця ( $r = 0,89$ ), з об'ємом серця і з індексом форми серця ( $r = 0,92$ ), з індексом форми серця спостерігається зворотний сильний кореляційний зв'язок ( $r = -0,94$ ), між індексом форми серця і масою тварини ( $r = -0,91$ ), з масою серця ( $r = -0,92$ ), з шириною серця ( $r = -0,91$ ), з товщиною серця ( $r = -0,89$ ), з об'ємом серця ( $r = -0,92$ ), з довжиною тіла ( $r = -0,91$ ), з довжиною грудної клітки ( $r = -0,92$ ). Зворотний сильний кореляційний зв'язок спостерігається між кардіоміоцитами і сполучною тканиною ( $r = -0,92$ ).

При аналізі кореляційних зв'язків у черепахи об'ємів, товщини і ширини серця було встановлено, що для об'єму, товщини і ширини серця характерні ті ж кореляційні зв'язки, що і для довжини серця. Зв'язки середньої сили виявлені між серцевим індексом і кардіоміоцитами ( $r = 0,52$ ).



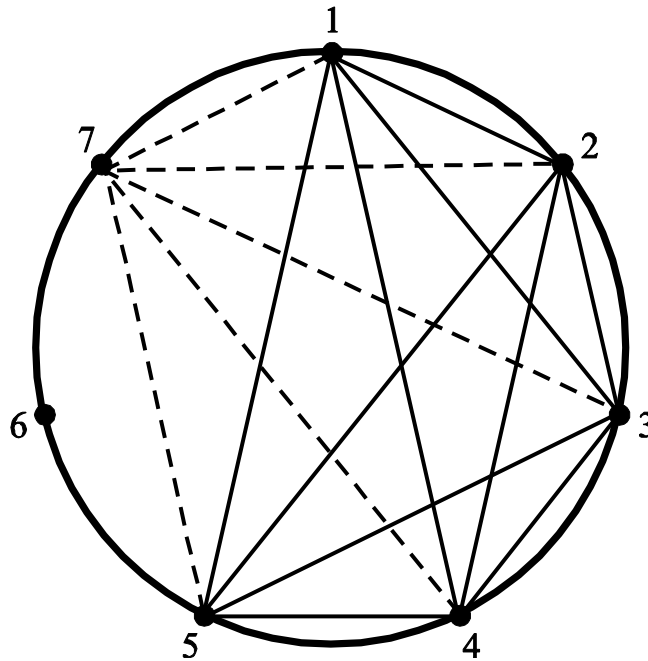
**Рис. 3.28.** Кореляційні зв'язки між морфологічними параметрами серця черепахи (пряма лінія – сильний зв'язок, пунктир – сильний зворотний зв'язок):

- 1 – маса серця;
- 2 – довжина серця;
- 3 – ширина серця;
- 4 – об'єм серця;
- 5 – товщина серця;
- 6 – індекс форми серця;
- 7 – серцевий індекс.

У курки довжина серця має сильні кореляційні зв'язки (рис. 3.29) з масою тварини ( $r = 0,99$ ), з довжиною грудної клітки ( $r = 0,99$ ), з шириною грудної клітки ( $r = 0,99$ ), з шириною серця ( $r = 0,98$ ), з товщиною серця ( $r = 0,99$ ), з об'ємом серця ( $r = 0,98$ ), з масою серця ( $r = 0,98$ ), між шириною і товщиною серця ( $r = 0,98$ ), з шириною і з об'ємом серця ( $r = 0,97$ ), з товщиною серця і з об'ємом серця ( $r = 0,99$ ). Спостерігається зворотний сильний кореляційний зв'язок між серцевим індексом і з масою тварини ( $r = -0,98$ ), з

довжиною тіла ( $r = -0,95$ ), з довжиною грудної клітки ( $r = -0,98$ ), з шириною грудної клітки ( $r = -0,97$ ), з довжиною серця ( $r = -0,98$ ), між шириною серця і серцевим індексом ( $r = -0,96$ ), з товщиною серця і з серцевим індексом ( $r = -0,96$ ), з об'ємом серця і серцевим індексом ( $r = -0,95$ ).

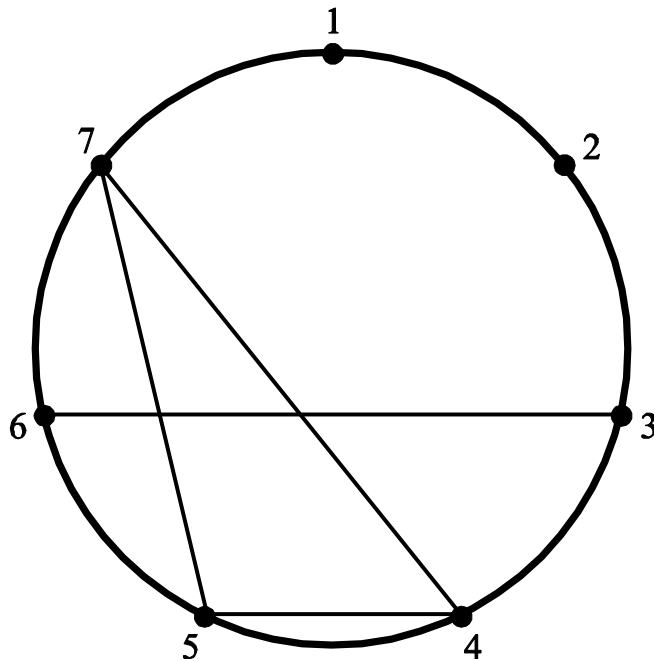
Середні кореляційні зв'язки у курки не спостерігаються. При аналізі кореляційних зв'язків у курки об'ємів, товщини і ширини серця було встановлено, що для об'єму, товщини і ширини серця характерні ті ж кореляційні зв'язки, що і для довжини серця.



**Рис. 3.29.** Сильні кореляційні зв'язки між морфологічними параметрами серця курки (пряма лінія – сильний зв'язок, пунктир – сильний зворотний зв'язок):

- 1 – маса серця;
- 2 – довжина серця;
- 3 – ширина серця;
- 4 – об'єм серця;
- 5 – товщина серця;
- 6 – індекс форми серця;
- 7 – серцевий індекс.

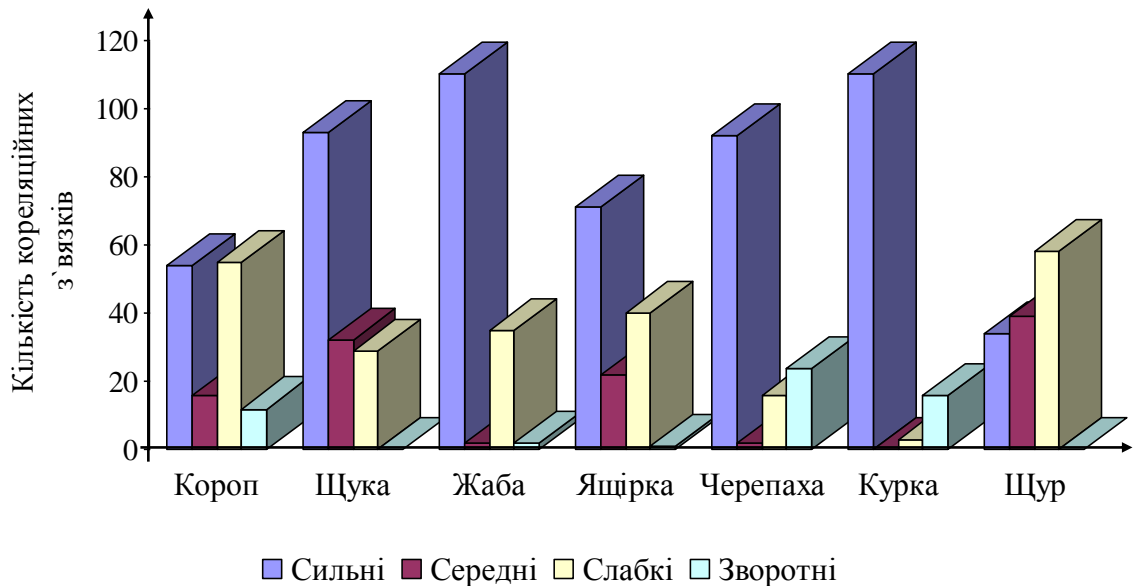
У щура сильний кореляційний зв'язок спостерігається (рис. 3.30) між шириною серця і з індексом форми серця ( $r = 0,72$ ), з товщиною серця і з об'ємом серця ( $r = 0,74$ ), з товщиною і серцевим індексом ( $r = 0,71$ ), з об'ємом серця і серцевим індексом ( $r = 0,75$ ). Середній кореляційний зв'язок у щура спостерігається між довжиною серця і масою тварини ( $r = 0,69$ ), з довжиною грудної клітки ( $r = 0,69$ ), з товщиною серця ( $r = 0,65$ ), з серцевим індексом ( $r = 0,67$ ), з шириною грудної клітки ( $r = 0,53$ ), з шириною серця ( $r = 0,55$ ). Слабкий кореляційний зв'язок має з масою серця ( $r = 0,43$ ), між шириною і товщиною серця ( $r = 0,42$ ), шириною і серцевим індексом ( $r = 0,49$ ), з об'ємом серця ( $r = 0,46$ ).



**Рис. 3.30.** Сильні кореляційні зв'язки між морфологічними параметрами серця щура (пряма лінія – сильний зв'язок):

- 1 – маса серця;
- 2 – довжина серця;
- 3 – ширина серця;
- 4 – об'єм серця;
- 5 – товщина серця;
- 6 – індекс форми серця;
- 7 – серцевий індекс.

При аналізі кореляційних зв'язків у щура об'ємів, товщини і ширини серця було встановлено, що для об'єму, товщини і ширини серця характерні ті ж кореляційні зв'язки, що і для довжини серця. Зворотні сильні кореляційні зв'язки у щура не спостерігаються.



**Рис. 3.31.** Динаміка кореляційних зв'язків параметрів серця з розмірами тіла у різних видів тварин.

Таким чином, у хребетних тварин можна простежити ряд прогресивних змін у формуванні серця. Кількісний аналіз форми серця тварин показав, що є крайні форми серця і типові, характерні для багатьох тварин. Серцевий індекс закономірно змінюється в різних систематичних групах. При цьому простежується певна філогенетична закономірність, а саме змінюється індекс форми серця. Результати проведеного кореляційного аналізу, що визначає взаємозв'язок морфометричних показників серця з показниками параметрів тварини, виявили численні сильні зв'язки, зв'язки середньої сили, слабкі кореляційні зв'язки і зворотні кореляційні зв'язки, які підтвер-

джують той факт, що окремі морфометричні показники мають сильніші зв'язки.

Результати досліджень, представлені в даному розділі дисертаційної роботи, опубліковані нами у вигляді статей у спеціалізованих виданнях, рекомендованих ВАК України [30, 31].

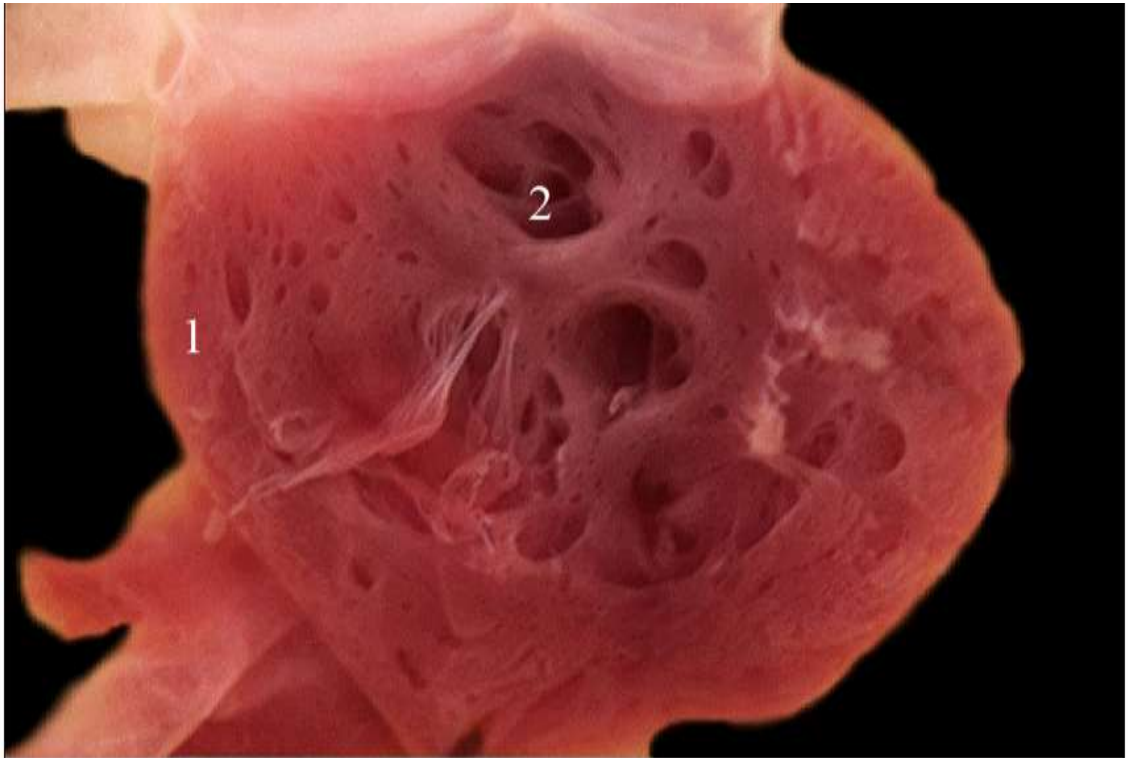


## РОЗДІЛ 4

### ОСОБЛИВОСТІ ВНУТРІШНЬОГО РЕЛЬЄФУ СЕРЦЯ ПРОТЯГОМ ФІЛОГЕНЕЗУ

У даному розділі вивчали внутрішній рельєф (ВР) представників різних класів хребетних. На вивченому матеріалі встановлено, що під час філогенетичного перетворення ВР серця, кількість трабекул, їх товщина та орієнтація піддаються змінам, відбувається формування шляхів при притоку та відтоку крові від шлуночків.

Риби представляють унікальну природну модель для вивчення структурного пристрою шлуночкового міокарда і його кровопостачання під час філогенезу. Мускулатура шлуночка коропових (рис. 4.1) має компактну і губчасту будову. У шлуночку серця риби трабекулярний апарат представлений трьома або чотирма крупними осередками округлої форми і розташованими глибше безліччю дрібних осередків, які формують крихкість міокарда. Ці трабекули розташовані нещільно, мають різні напрямки, між якими формуються численні простори, що сполучаються між собою та з порожниною шлуночка. Таким чином, формується губчастий шар міокарда риб. Компактний міокард складається з декількох шарів, які пов'язані між собою м'язовими волокнами. У міокарді на рівні передсердно-шлуночкового отвору м'язові трабекули зливаються з міокардом. Стулки клапанів приєднуються безпосередньо до міокарда з передсердно-шлуночкового каналу. На рівні цибулинно-шлуночкового отвору волокна мають подовжню будову і переходять у волоконне кільце. М'язові трабекули складають велику частину стінки шлуночків, що дає можливість стверджувати про велике функціональне навантаження саме цієї частини стінки серця під час діастолі і систолі (рис. 4.1).



**Рис. 4.1.** Макропрепарат: внутрішній рельєф шлуночка серця коропа:

1 – компактний міокард;

2 – м'язові трабекули.

У жаби порожнину шлуночка можна розділити на центральну частину і додаткові камери, які обмежені численними м'язовими трабекулами (рис. 4.2). Шлуночок складається з губчастого міокарда. Щаблина і м'язові трабекули, зливаючись, утворюють сітчасті форми осередку, деякі з них мають щілиноподібну форму. Крупні трабекули спрямовані від верхівки серця до його основи паралельно один до одного. Щілиноподібні осередки безпосередньо відкриваються прямо в порожнину шлуночка. Ряд трабекул розташовані паралельно один до одного, з'єднуються розташованими поперечно короткими трабекулами “містками”. Така просторова орієнтація трабекул формує осередки витягнутої форми. У середині осередків є м'язові трабекули, які розташовані подовжньо, починаються від стінки шлуночка та прик-

ріплюються до стулок передсердно-шлуночкового клапана серця, ці трабекули відрізняються плоскою та крупною будовою (рис. 4.2).



**Рис. 4.2.** Макропрепарат: внутрішній рельєф шлуночка серця жаби:

- 1 – губчастий міокард;
- 2 – м'язові трабекули.

У шлуночку плазунів від верхівки серця до основи формується неповна міжшлуночкова перегородка. У міокарді шлуночка плазунів виділяються два шари: губчастий внутрішній і компактний зовнішній. Губчастий міокард складається з крупних, сплєтених між собою м'язових трабекул, які формують витягнуті синусоїдальні за формою осередки. Міжтрабекулярні проміжки утворюють сітку розгалужених щілин, які з'єднуються з порожниною шлуночка. Компактний міокард плазунів складається з подовжньо і циркулярно розташованих м'язових волокон. У серці черепах спостерігається найбільш виражений трабекулярний шар у порівнянні з описаними вище серцями. М'язові трабекули, починаючись від компактного шару міо-

карда, гілкуються віялоподібно і утворюють глибокі простори – щілини, дно яких представлене губчастим міокардом. У середині щілин є дрібні трабекули, які розташовані поперечно щодо трабекул, що обмежують стінки цих щілин (рис. 4.3).

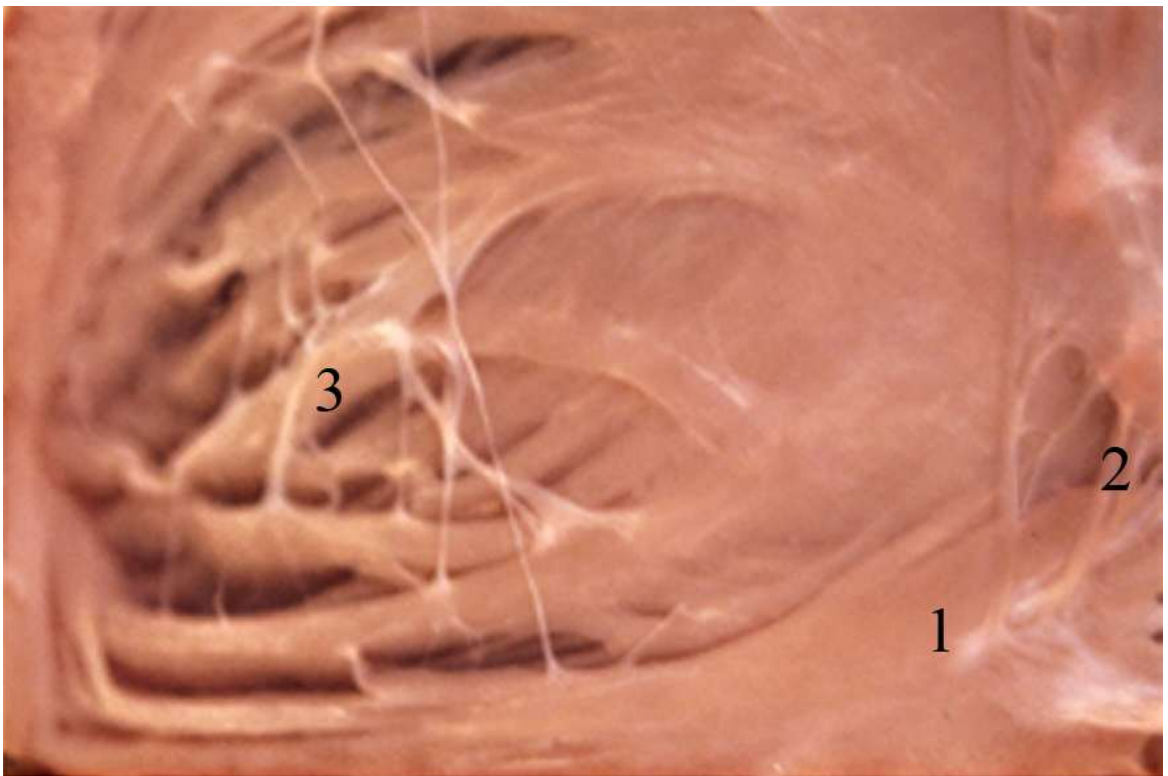


**Рис. 4.3.** Макропрепарат: внутрішній рельєф серця черепахи:

- 1 – ПТА шлуночка;
- 2 – ліве передсердя;
- 3 – праве передсердя.

У птахів з утворенням повної перегородки між шлуночками, трабекуляція міокарда достатньо специфічна як для лівого, так і правого шлуночків (рис. 4.4). У лівому шлуночку птахів трабекули мають товщину від 1 до 2 мм, за формою плоскі. Верхня і верхньомедіальна 2/3 стінки – гладенькі. Між подовжніми, крупними трабекулами перекидається безліч поперечних тонких трабекул, які у ділянці верхівки серця утворюють мережу складної шаблони, розташованої в декілька шарів. Окремі трабекули проходять через порожнину лівого шлуночка, не утворюючи з'єднань між собою. Кру-

пні сосочкові м'язи розміром 2 мм у лівому шлуночку переходять в тонкі сухожилльні струни, які прикріплюються до вільного краю стулки клапанів. У правому шлуночку трабекули тонкі і короткі, і розташовуються у вигляді віяла, що відходить від перегородки. Верхня і верхньомедіальна 2/3 стінки тут теж гладенькі. Між поздовжньо розташованими трабекулами є поперечні трабекули, завдяки яким формується мережа щабolini. Апікальні трабекули дрібні, у великій кількості мають спіральну спрямованість проти годинникової стрілки від верхівки до основи серця. У правому шлуночку три СМ переходять в тонкі СС (рис. 4.4).



**Рис. 4.4** Макропрепарат: внутрішній рельєф лівого шлуночка серця курки:

- 1 – сосочковий м'яз;
- 2 – сухожилкові струни;
- 3 – ПТА шлуночка.

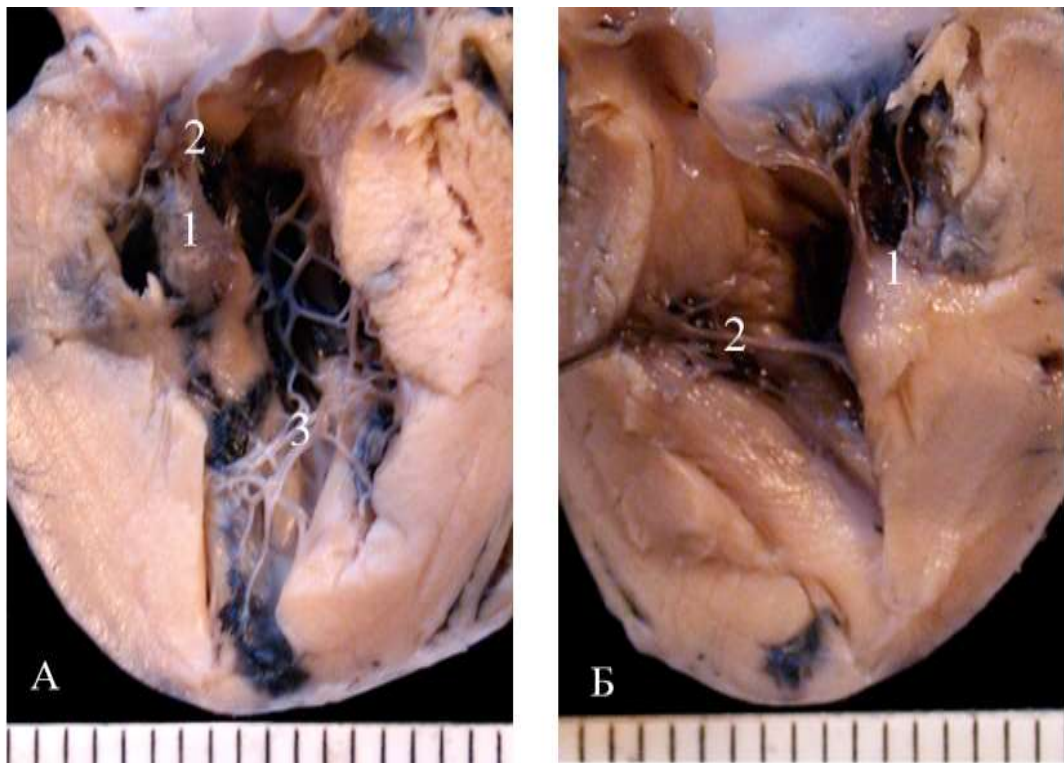
У лівому шлуночку в серці щура (рис. 4.5) спостерігаються крупні СМ розміром 2 мм, прикріплені до клапанів через тонкі СС. Трабекули розмірами 1 мм, округлої форми, розташовані по всій довжині серця. На верхівці серця утворюють густі папілярно-трабекулярні шаблони. Щілини між ними мають як округлу форму, так і овальну. У правому шлуночку ПТА представлений тоншими трабекулами, ніж у лівому шлуночку. Передня стінка гладенька, медіальна стінка насичена трабекулами, які беруть початок від стінки серця і прикріплюються до перегородки, розташованої віялоподібно. СМ розміром 1 мм, у кількості трьох штук, розташовані у верхньомедіальній частині серця на відміну від лівого шлуночка, де СМ, у кількості двох штук, займають майже всю довжину, не досягаючи верхівки серця (рис. 4.5).



**Рис. 4.5.** Макропрепарат: внутрішній рельєф лівого шлуночка серця щура:

- 1 – сосочковий м'яз;
- 2 – сухожилкові струни;
- 3 – ПТА шлуночка.

У кішки в лівому шлуночку сильно виражені СМ крупних розмірів – 4 мм завтовшки, у кількості двох (рис. 4.6). Від них відходять СС розмірами від 0,5 мм до 1 мм ширини, які далі прикріплюються до клапанів. По центру проходить крупна трабекула розміром 3 мм, від неї відходять численні трабекули різних розмірів, які, з'єднуючись між собою, утворюють щілини овальної форми. Дрібні трабекули, які беруть початок від крупних трабекул, прикріплюються до стінки перегородки. З'єднуючись між собою на верхівці, утворюють мережу шаблину, а в середній частині серця – мережу ромбоподібної форми.

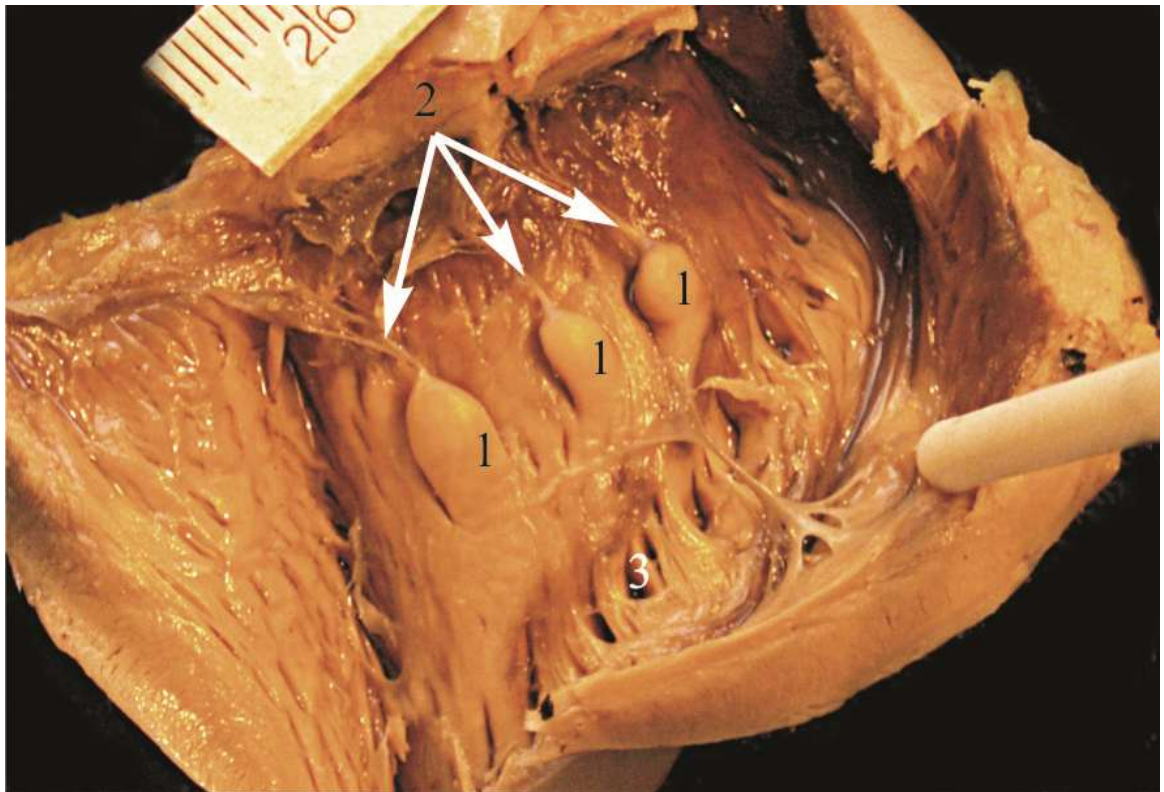


**Рис. 4.6.** Макропрепарат: внутрішній рельєф шлуночка серця кішки, (А – лівий шлуночок; Б – правий шлуночок):

- 1 – сосочковий м'яз;
- 2 – сухожилкові струни;
- 3 – ПТА шлуночка.

У правому шлуночку серця кішки три сосочкові м'язи, розмірами 3 мм, і трабекули, 2,5 мм, менші, ніж у лівому (рис. 4.6). Трабекуло-папілярний апарат на верхівці і у середині серця більш гладенький, ніж у лівому, але добре виражений у верхній частині. Зустрічається окрема хорда, що перекидається на стінку правого шлуночка, яка, в свою чергу, прикріплюється, роздвоюючись, під сосочковим м'язом (рис. 4.6).

У зайця в лівому шлуночку трабекули, досить крупних розмірів, 3 мм, плоскі, спрямовані уздовж довжини осі лівого шлуночка. Між собою трабекули сполучені щаблиною, що має достатньо тонкі структури. Два округлі СМ, крупних розмірів, 5 мм, до них прикріплені тонкі СС. Верхні 2/3 стінки гладенькі, кількість трабекул незначна (рис. 4.7).



**Рис. 4.7.** Макропрепарат: внутрішній рельєф правого шлуночка серця зайця:

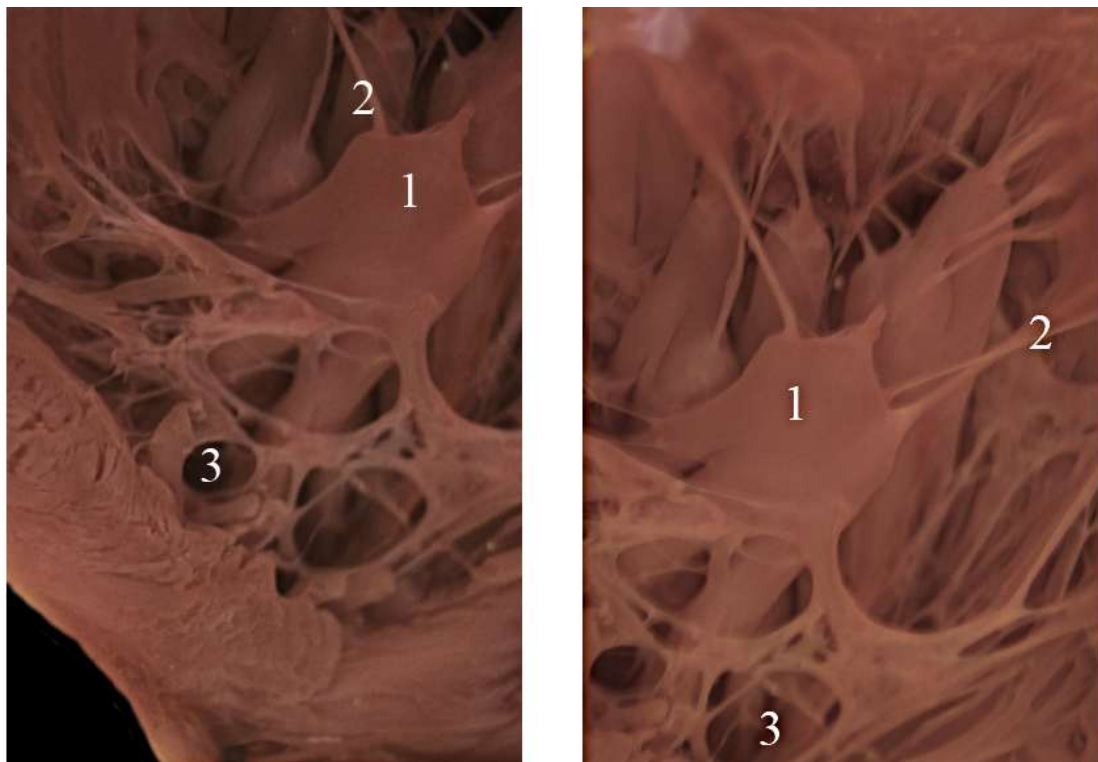
- 1 – соскоподібні м'язи;
- 2 – сухожилкові струни;
- 3 – ПТА шлуночка.



У правому шлуночку серця зайця ПТА представлений тонкими, невеликими за розмірами 2 мм, трабекулами, які перекидаються із стінки правого шлуночка на стінку перегородки в одному напрямі (рис. 4.7). На нижній стінці ці трабекули розташовано віялоподібно, вони мають опуклу форму, між якими тонка щаблина утворює крупні щілини. Три сосочкових м'язи у серці зайця досить крупних розмірів, короткі, мають форму, наближену до циліндра та розташовані на перегородці серця. Кожен із них відрізняється розмірами: лівий сосочковий м'яз, наприклад, має ширину 5 мм, довжину – 7 мм, середній сосочковий м'яз має ширину 3,5 мм, а довжину – 6 мм, і правий сосочковий м'яз має розміри: ширина 4 мм, довжина 5 мм. Сосочкові м'язи дають початок 1 – 2 СС, які прикріплені до клапанів. Зустрічається у шлуночку окрема хорда, яка не з'єднується з жодним із сосочкових м'язів. Вона перекидається від основи правого шлуночка на його стінку та бере початок плоскими, але крупними ніжками, які переходять в одну крупну хорду. Ця одинична хорда, в свою чергу, прикріплюється, роздвоюючись, під сосочковими м'язами (рис. 4.7).

У нутрії в лівому шлуночку сосочкові м'язи представлені утвореннями досить крупних розмірів, у кількості шістьох (рис. 4.8). Кожен сосочковий м'яз починається декількома ніжками, які зливаються посередині, утворюючи в цьому місці сосочковий м'яз крупних розмірів. Від них далі відходять декілька крупних сухожилкових струн, що прикріплюються до клапанного апарату серця. Найкрупніший сосочковий м'яз у серці нутрії, розміром 4 мм, бере початок трьома ніжками від верхівки серця, і прикріплюється до клапанів за допомогою досить крупних розмірів сухожилкових струн. Від стінки серця до цього сосочкового м'яза перекидаються тонкі і плоскі трабекули, утворюючи ярусний трабекулярний апарат, щілини між якими мають округлу форму. Безліч трабекул крупних розмірів, 3 мм, плоскі, на верхівці серця утворюють трабекулярну мережу. Від мережі декілька трабекул, з'єднуючись між собою, утворюють овальної форми осередок, а

інші прикріплюються до сосочкових м'язів. У правому шлуночку СМ розмірами 3 мм, у кількості трьох, від яких відходять СС, прикріплюючись далі до клапанного апарату серця. Трабекули розміром 1 мм, тонкі, плоскі. Трабекули беруть початок від стінки правого шлуночка і прикріплюються до перегородки серця. Правий шлуночок гладкий, ПТА менш виражений, ніж у лівому шлуночку (рис. 4.8) .

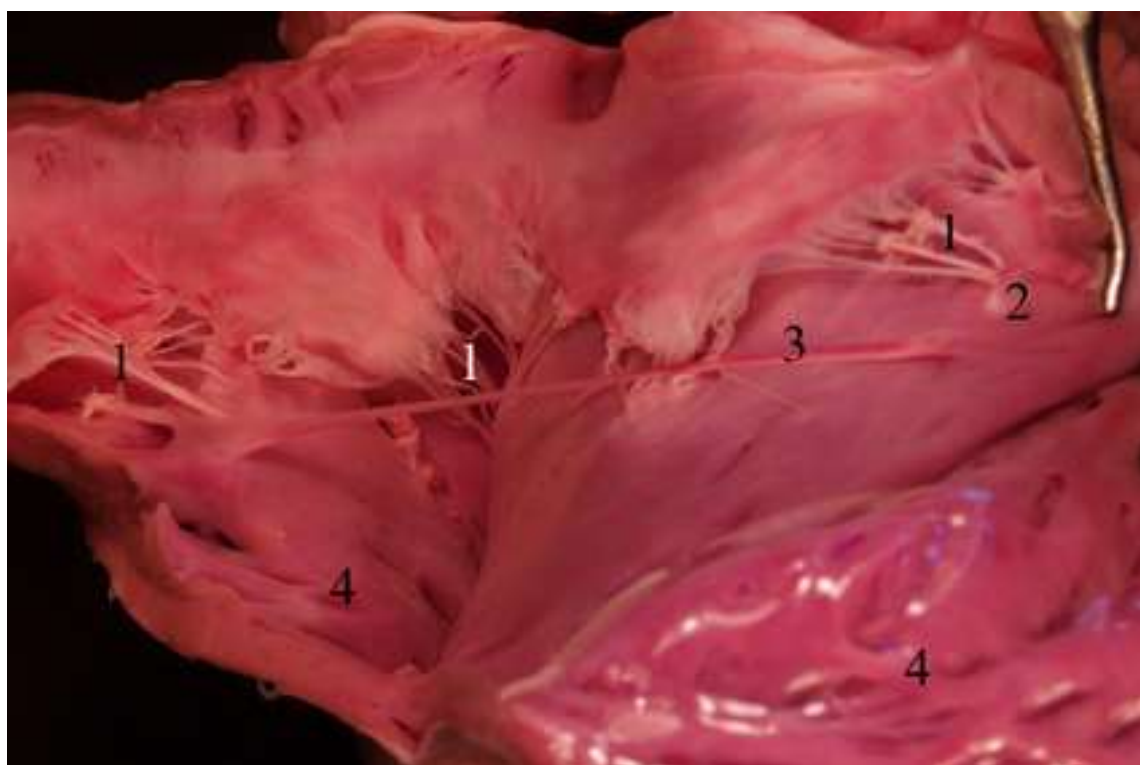


**Рис. 4.8.** Макропрепарат: внутрішній рельєф лівого шлуночка серця  
нутрії:

- 1 – сосочковий м'яз;
- 2 – сухожилкові струни;
- 3 – ПТА шлуночка.

ВР серця свині має складну будову (рис. 4.9). В обох шлуночках папілярно-трабекулярний апарат представлений досить крупними розмірами. Розміри сосочкових м'язів у лівому шлуночку в серці свині від 12 до 25 мм,

знизу вони товсті, оскільки декілька зростаються, прямуючи доверху, розходяться. До них прикріплюються сухожилкові струни крупних розмірів від 1 до 3 мм. Трабекули розміром від 6 до 11 мм круглої форми, гладенькі. У верхівці тонкі трабекули, беручи початок із стінки серця, прикріплюються до перегородки серця (рис. 4.9).



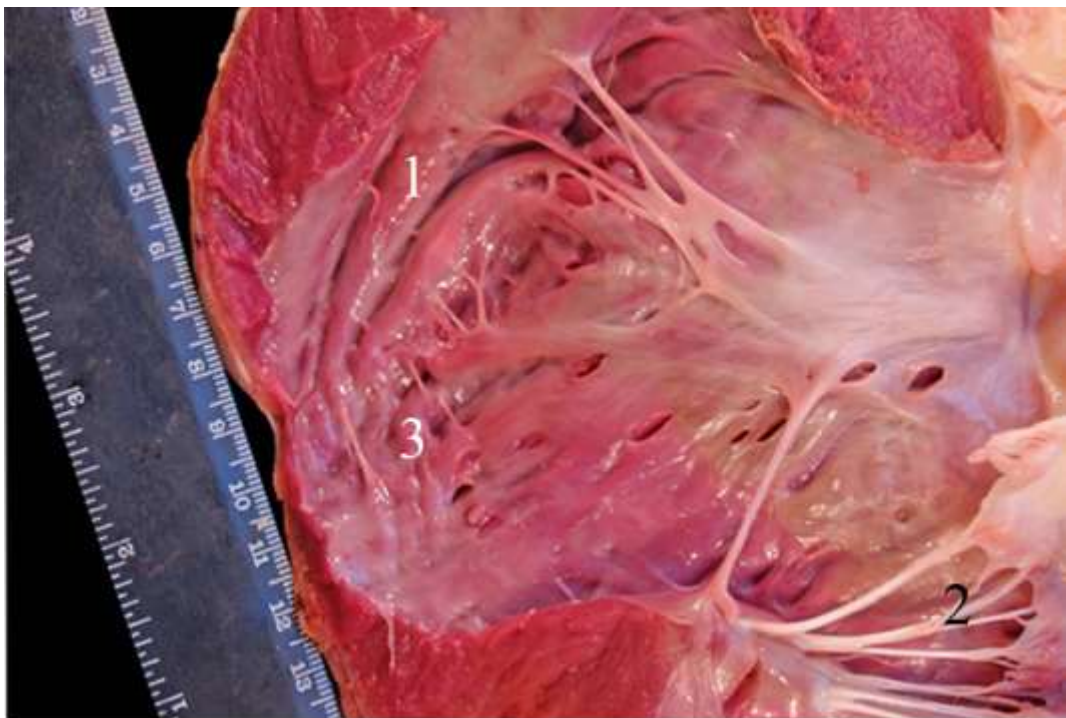
**Рис. 4.9.** Макропрепарат: внутрішній рельєф правого шлуночка серця свині:

- 1 – сухожилкові струни;
- 2 – сосочковий м'яз;
- 3 – додаткова хорда;
- 4 – ПТА шлуночка.

У правому шлуночку серця свині папілярно-трабекулярний апарат більше виражений, але дрібніший, ніж у лівому шлуночку (рис. 4.9). Розміри трабекул від 5 до 9 мм. На передній стінці трабекули більше згладжені, а на

задній стінці більш виражені. Сосочкові м'язи розмірами від 5 до 20 мм, у кількості трьох, через крупні сухожилкові струни прикріплюються до клапанів (рис. 4.9).

У серці корови відмінності в топографії трабекул між шлуночками менш виражені (рис. 4.10). Трабекули в лівому шлуночку серця корови 5 мм, товсті, міжтрабекулярні простори більші і мають форму овала. Деякі м'язові перекладки зливаються і формують передні і задні сосочкові м'язи мітрального клапану.



**Рис. 4.10.** Макропрепарат: внутрішній рельєф лівого шлуночка серця корови:

- 1 – сосочковий м'яз;
- 2 – сухожилкові струни;
- 3 – ПТА шлуночка.

Верхня стінка і частина медіальної стінки лівого шлуночка серця корови є гладкі (рис. 4.10). На латеральній стороні сильно виражені крупні,

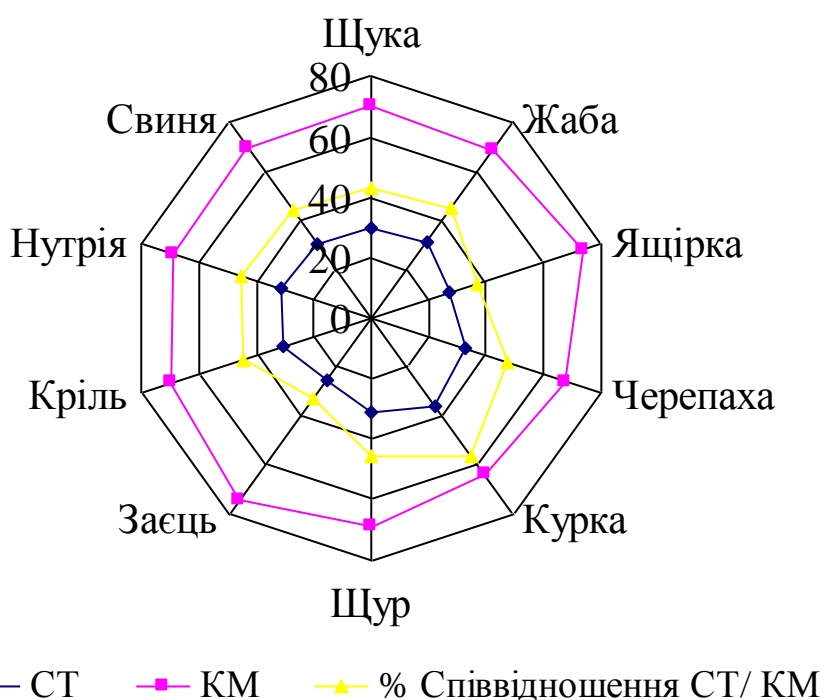
12 мм, м'язові сосочкові м'язи, у кількості двох, і крупні м'язові трабекули другого порядку, сполучені між собою крупними і короткими сухожилковими струнами. Деякі сухожилкові струни починаються декількома ніжками від сосочкових м'язів, інші ж починаються від вільного краю перегородки, формуючи плоскі і широкі сухожилкові струни, прикріплюються до вільного краю стулки клапанів. У правому шлуночку верхні 2/3 стінки також гладенькі. Крупні, 11 мм, сосочкові м'язи, у кількості трьох, сухожилковими струнами досить крупних розмірів прикріплюються до клапанного апарату. Трабекулярний м'язовий апарат – розміром 4 мм, але менш виражений у відмінності від лівого шлуночка. Міжтрабекулярні простори мають форму овалу. Трабекули, розташовані у ділянці верхівки і на латеральній стінці серця товсті, розташування спіральне. У правому шлуночку є крупна хорда розміром 3 мм, яка бере початок від м'язової трабекули і прикріплюється до перегородки серця (рис. 4.10).

Таким чином, ВР шлуночків серця впродовж філогенезу має свої особливості будови, які забезпечують оптимальний процес скорочення і розслаблення серцевої стінки. ПТА крім формування внутрішнього рельєфу шлуночків, бере участь у роботі клапанного апарату, в його активній частині. Частка ПТА впродовж онтогенезу також не однакова, що пов'язано з формуванням серцевої стінки, зокрема, компактного міокарда. Важливим аспектом у цій проблемі є вивчення особливостей ПТА впродовж індивідуального розвитку. Незважаючи на просту будову сердець риб, черепах і ящірок, основу міокарда сердець цих тварин складає загальна структурна будова компактного міокарда птахів та ссавців, тоді як шлуночки амфібій складені тільки з губчастого міокарда.

Результати досліджень, представлені в даному розділі дисертаційної роботи, опубліковані у вигляді статей у спеціалізованих виданнях, рекомендованих ВАК України [32, 35].

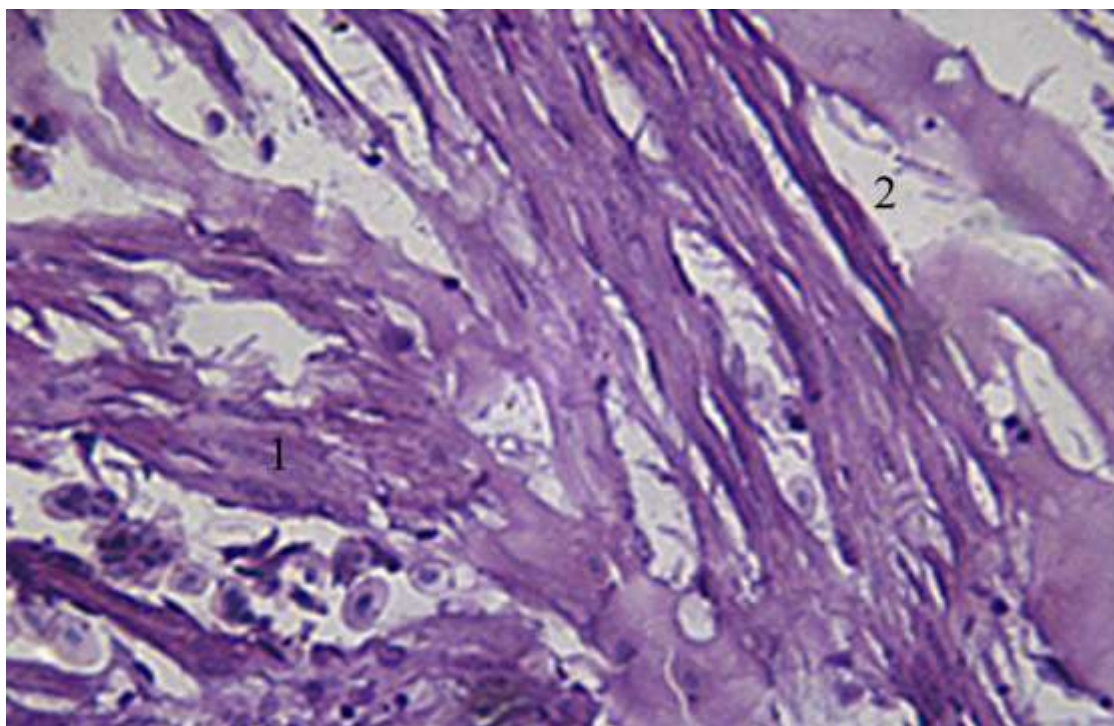
**РОЗДІЛ 5**  
**ГІСТОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ**  
**ПАПІЛЯРНО-ТРАБЕКУЛЯРНОГО АПАРАТУ СЕРЦЯ**  
**У ФІЛОГЕНЕЗИ**

На вивченому нами матеріалі встановлено, що гістологічна будова міокарда серця неоднакова у різних видів тварин і залежить від форми серця, кількості камер серця, активності метаболізму. Ці відмінності в будові, в основному, торкаються співвідношення кардіоміоцитів і сполучної тканини, а також архітектоніки м'язових волокон та геометрії інтерстиціального простору (рис. 5.1).



**Рис. 5.1.** Співвідношення щільності сполучної та м'язової тканин у різних тварин.

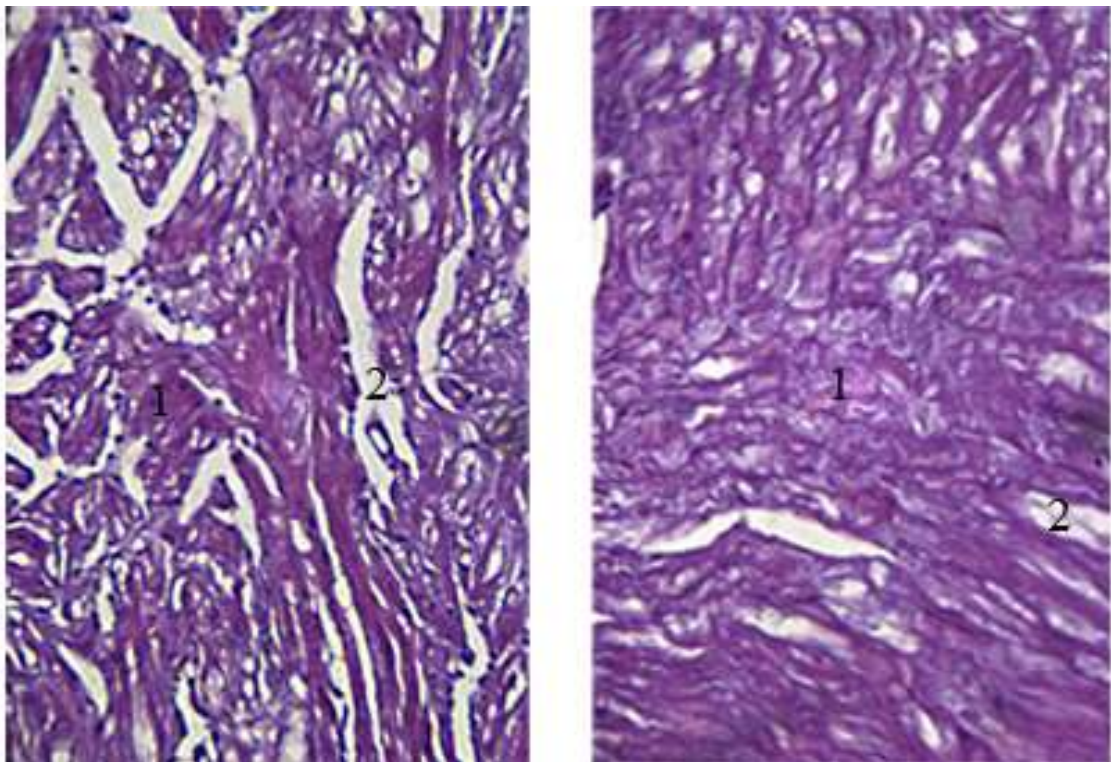
Стінка серця щуки складається з декількох шарів кардіоміоцитів, прошарків сполучної тканини та судин, які не мають чіткої просторової орієнтації, розташовані не щільно та хаотично. Кардіоміоцити стінки серця щуки мають видовжену форму. Окремі кардіоміоцити об'єднані у пучки по 5 – 12 клітин, між якими розташовуються невеликі прошарки сполучної тканини. Пучки кардіоміоцитів відокремлені один від одного значними прошарками сполучної тканини, товщина яких коливається у межах 300 – 700 % від товщини м'язової тканини. У міжклітинному просторі окрім сполучної тканини виявляються клітини і судини різного діаметра. Кардіоміоцити сполучаються між собою м'язовими містками, товщиною у 1 – 2 кардіоміоцити, утворюючи овальної форми простори, заповнені сполучною тканиною (рис. 5.2). Використання методу крапкового підрахунку окремих структурних елементів стінки серця щуки, показало, що відсоток СТ дорівнює – 30 %, та відсоток КМ – 70 %.



**Рис. 5.2.** М'язові волокна та сполучна тканина в міокарді серця щуки. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Ок  $\times 10$ , об  $\times 100$ :

- 1 – м'язові волокна;
- 2 – сполучна тканина.

Стінка серця жаби містить більше сполучної тканини в порівнянні з серцем риби. М'язові волокна розташовані хаотично, утворюють як великі, так і незначної товщини пучки. Пучки м'язових волокон на поперечному зрізі мають трикутну і овальну форми, оточені прошарками сполучної тканини, товщина яких коливається у межах від 2 до 5 діаметрів м'язового волокна. Прошарки сполучної тканини між окремими кардіоміоцитами менші, ніж у щуки, завдяки чому складається враження більшої щільності м'язової тканини. Міжклітинні простори мають різну ширину і форму, зокрема зустрічаються окремі ділянки сполучної тканини овальної, V-подібної та видовженої форми (рис. 5.3). Крапковий підрахунок показав, що відсоток СТ – 31,0 % і КМ – 68,9 % серця жаби.

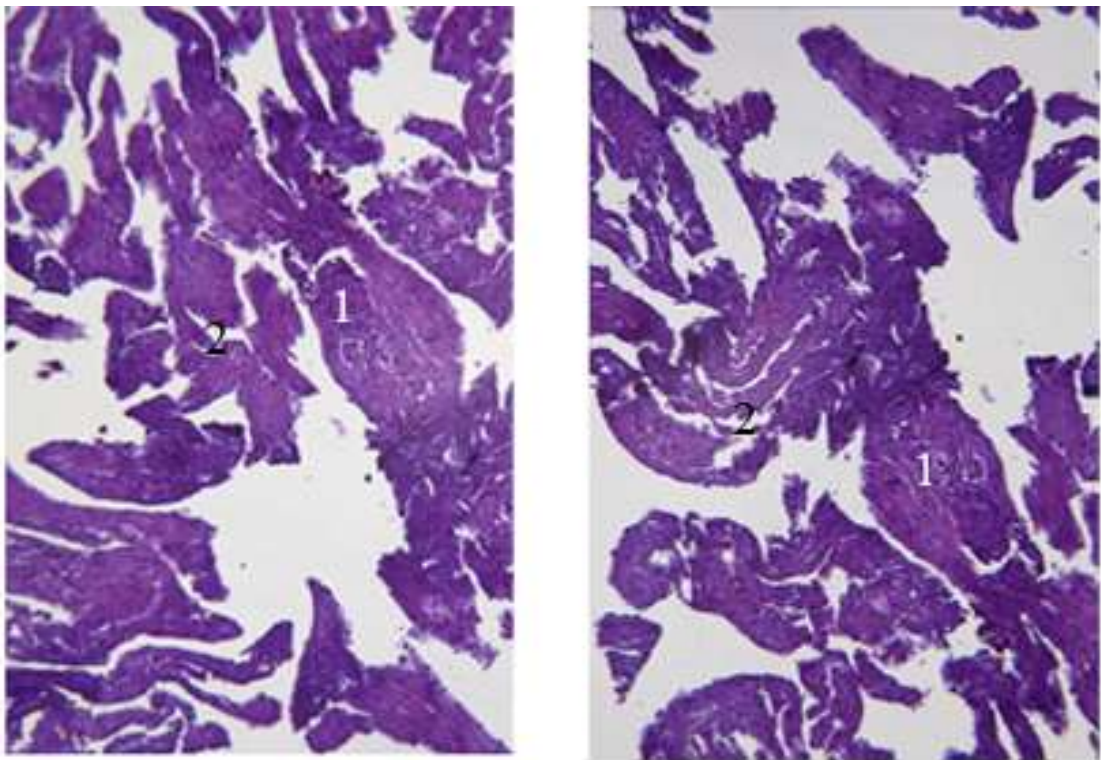


**Рис. 5.3.** М'язові волокна та сполучна тканина в стінці шлуночка серця жаби. Зabarвлення гематоксиліном і еозином. Ок  $\times 10$ , об  $\times 100$ :

- 1 – м'язові волокна;
- 2 – сполучна тканина.



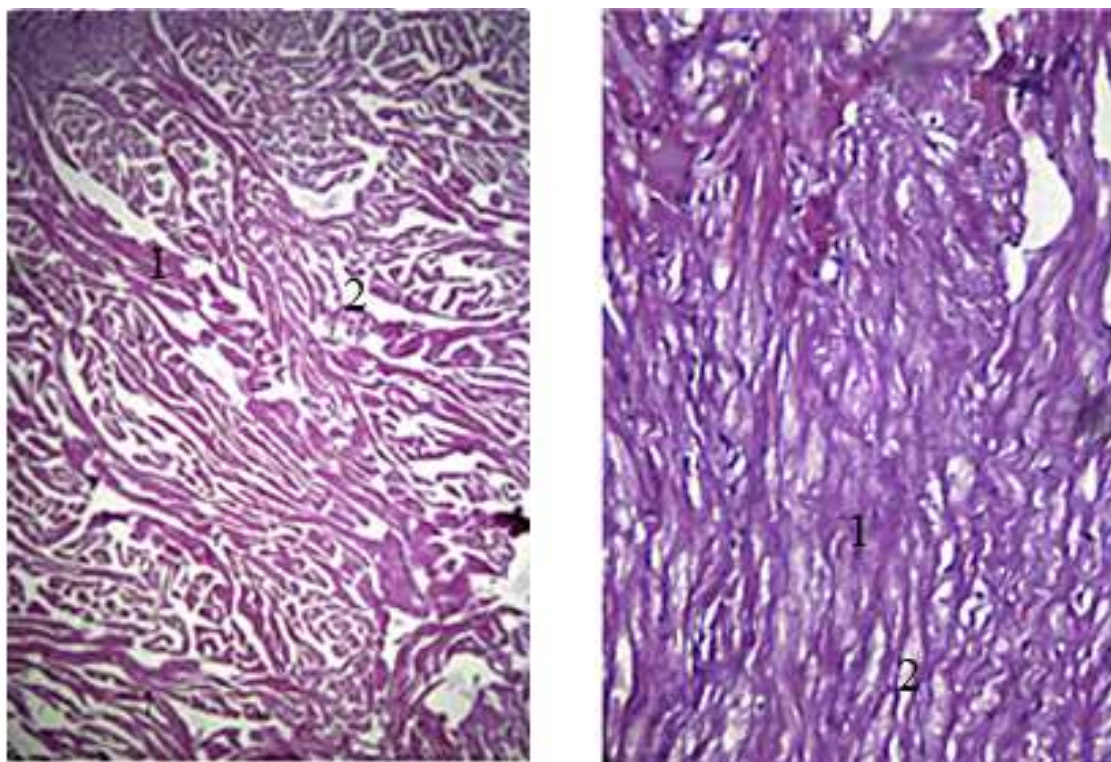
Для гістологічної будови стінки серця ящірки характерно зростання кількості м'язової тканини та менша відносна щільність сполучної тканини. Міжклітинні простори мають різну ширину і форму. Прошарки сполучної тканини між пучками м'язових волокон мають значну товщину та особливе розташування – у вигляді поліморфних ділянок значної товщини, яка може дорівнювати до 20 – 35 діаметрів кардіоміоцитів. Кардіоміоцити у пучках розташовані досить щільно, їх кількість у кожній групі коливається у межах від 12 до 27, прошарки сполучної тканини між окремими м'язовими волокнами незначні. Пучки кардіоміоцитів утворюють поздовжні вигини (рис. 5.4). Крапковий підрахунок показав, що відсоток СТ – 26,9 % і КМ дорівнює, відповідно – 73,1 % серця ящірки.



**Рис. 5.4.** М'язові волокна та сполучна тканина в міокарді серця ящірки. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Ок  $\times 10$ , об  $\times 40$ :

- 1 – м'язові волокна;
- 2 – сполучна тканина.

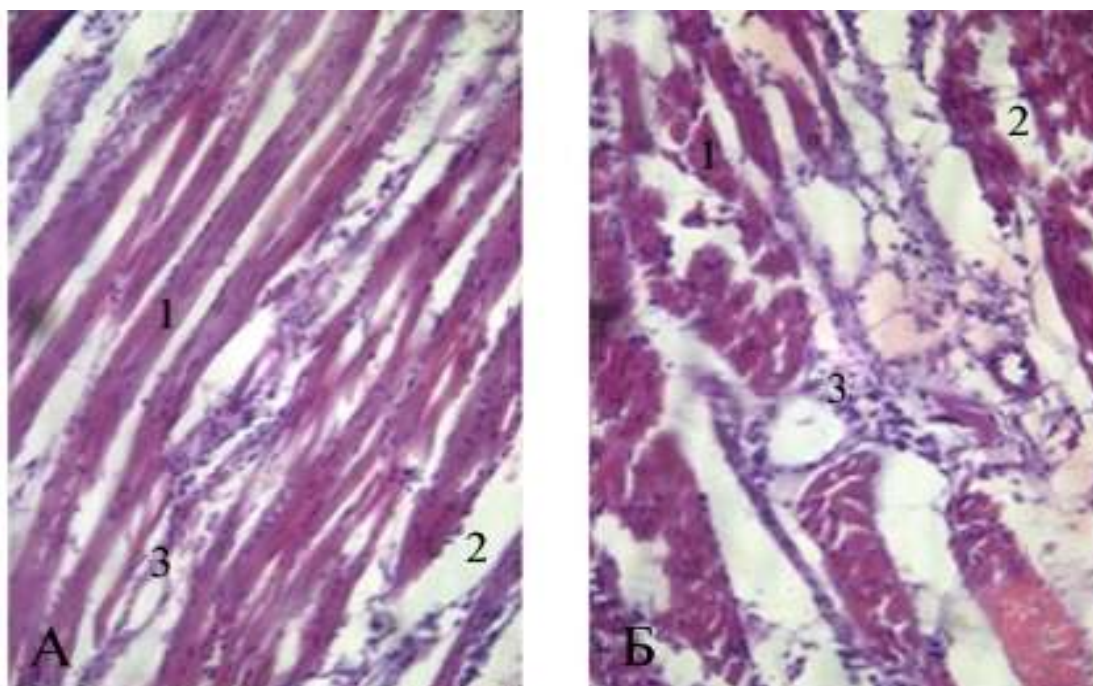
Для архітектоніки м'язових волокон серця черепахи характерно чередування поздовжньо та поперечно розташованих пучків м'язових волокон. Прошарки сполучної тканини переважно подовжньої форми, зустрічаються окремі «острівці». Характерною ознакою розташування прошарків сполучної тканини є їх рівномірно виражена товщина, яка зіставляється з товщиною м'язових волокон, причому товщина шару сполучної тканини між окремими м'язовими волокнами відрізняється незначним чином від такого ж показника між пучками кардіоміоцитів. Тому можна визначити характер розташування м'язових волокон як віялоподібний, зі збільшенням товщини сполучнотканинного прошарку у напрямку від внутрішнього шару міокарда до зовнішнього (рис. 5.5). Відсоток КМ дорівнює – 67,6 %, відсоток СТ, відповідно – 32,3 % серця черепахи після крапкового підрахунку.



**Рис. 5.5.** Архітектоніка м'язових волокон та сполучної тканини в стінці серця черепахи. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Ок  $\times 10$ , об  $\times 40$ :

- 1 – м'язові волокна;
- 2 – сполучна тканина.

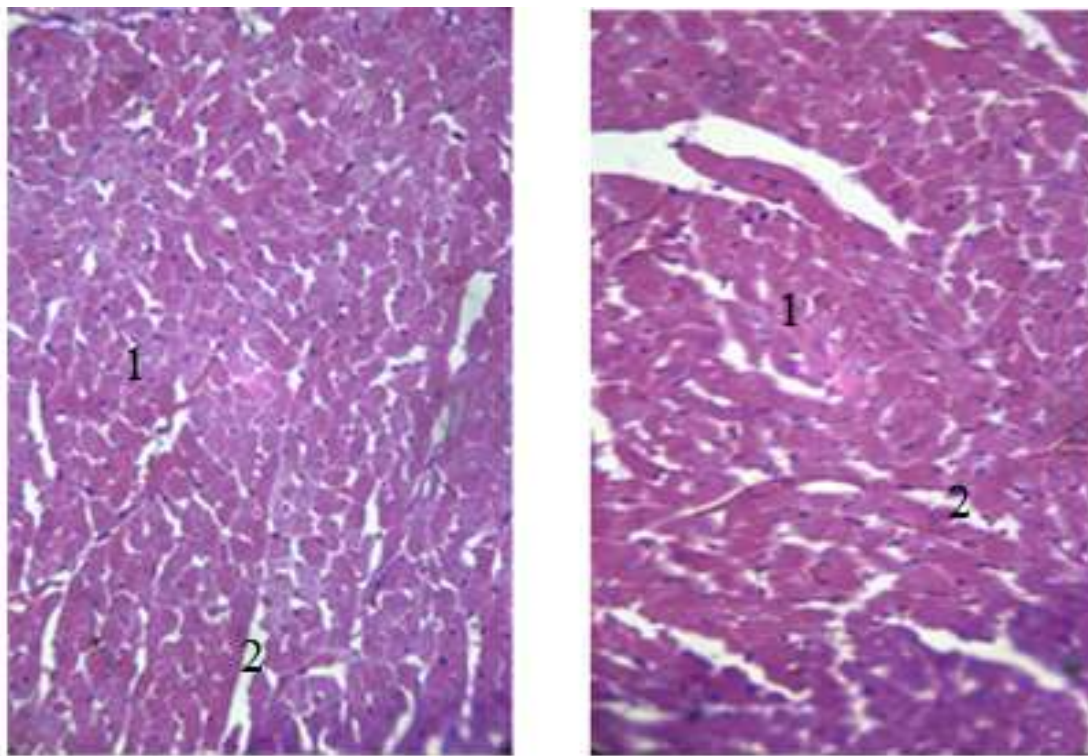
У лівому шлуночку птахів спостерігається велика кількість елементів сполучної тканини і кровоносних судин. Кардіоміоцити набувають видовженої форми без вигинів, які зустрічалися у серцях вищеописаних тварин. При цьому відмічається паралельний хід м'язових волокон, які мають ознаки чітко впорядкованої структури і розташовуються пучками по 5 – 14 кардіоміоцитів. Кардіоміоцити з'єднуються між собою дрібними м'язовими містками. Міжклітинні простори за своєю будовою і формою відповідають розташуванню і формі кардіоміоцитів. Прошарки сполучної тканини мають переважно видовжену форму, товщина їх дорівнює 1 – 4 діаметрам кардіоміоцитів. У окремих місцях між кардіоміоцитами сполучна тканина утворює ділянки різноманітної форми, у яких міститься значна кількість досить великих кровоносних судин. Кожна судина оточена окремим концентрично розташованим шаром сполучної тканини (рис. 5.6). Відсоток СТ дорівнює – 36,1 % і КМ, відповідно, – 63,9 % серця птаха після крапкового підрахунку.



**Рис. 5.6.** Будова стінки серця курки: (А – поздовжній зріз; Б – поперечний зріз). Забарвлення гематоксиліном і еозином. Ок  $\times 10$ , об  $\times 40$ :

- 1 – м'язові волокна;
- 2 – сполучна тканина;
- 3 – кровоносні судини.

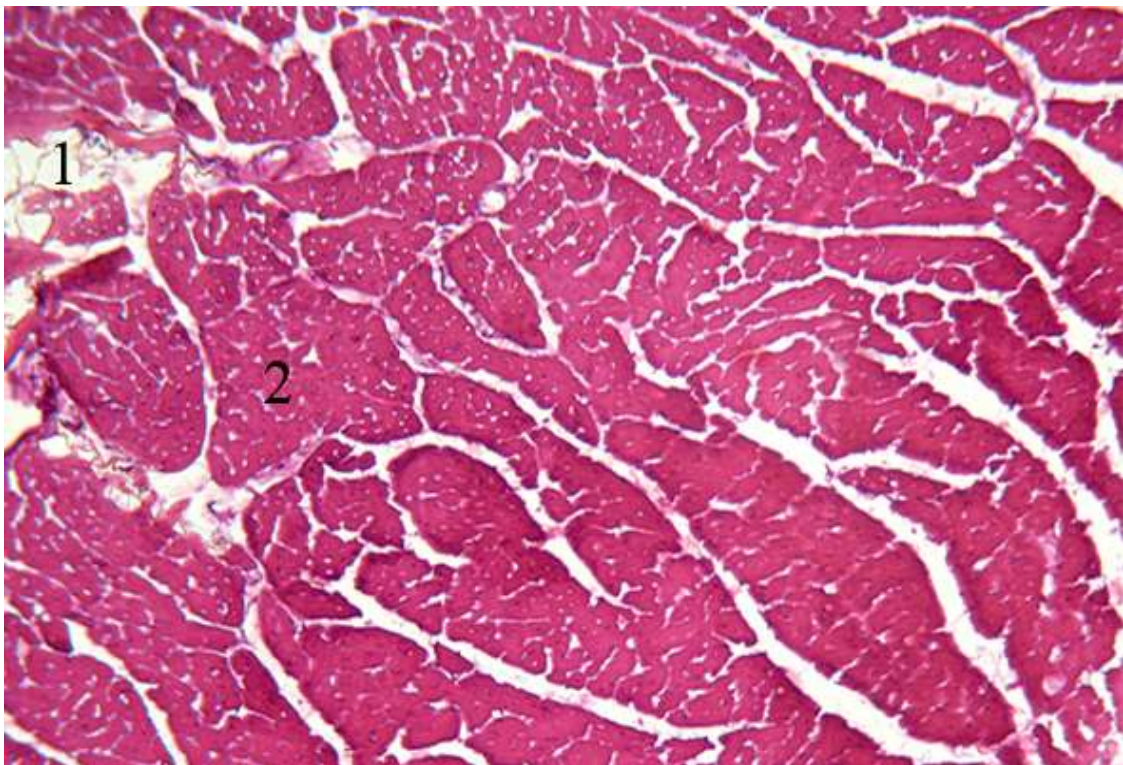
У серці щура в лівому шлуночку кардіоміоцити розташовані досить щільно, мають округлу форму, кількість сполучної тканини між м'язовими волокнами значно менша, ніж у риб, жаб та плазунів, та зіставляється з кількістю сполучної тканини у міокарді курки. Міжклітинні простори в стінці серця щура мають різну форму, обумовлену формою кардіоміоцитів. Кровоносні судини сконцентровані в сполучній тканині. Кардіоміоцити з'єднуються між собою як дрібними містками, так і шляхом злиття між собою (рис. 5.7). Підрахунок окремих структурних елементів стінки серця щура показав, що відсоток СТ дорівнює – 31,2 % відповідно, відсоток КМ – 68,7 %.



**Рис 5.7.** Архітектоніка м'язових волокон у міокарді серця щура на поперечний зріз. Забарвлення гематоксилином і еозином. Ок  $\times 10$ , об  $\times 40$ :

- 1 – м'язові волокна;
- 2 – сполучна тканина;

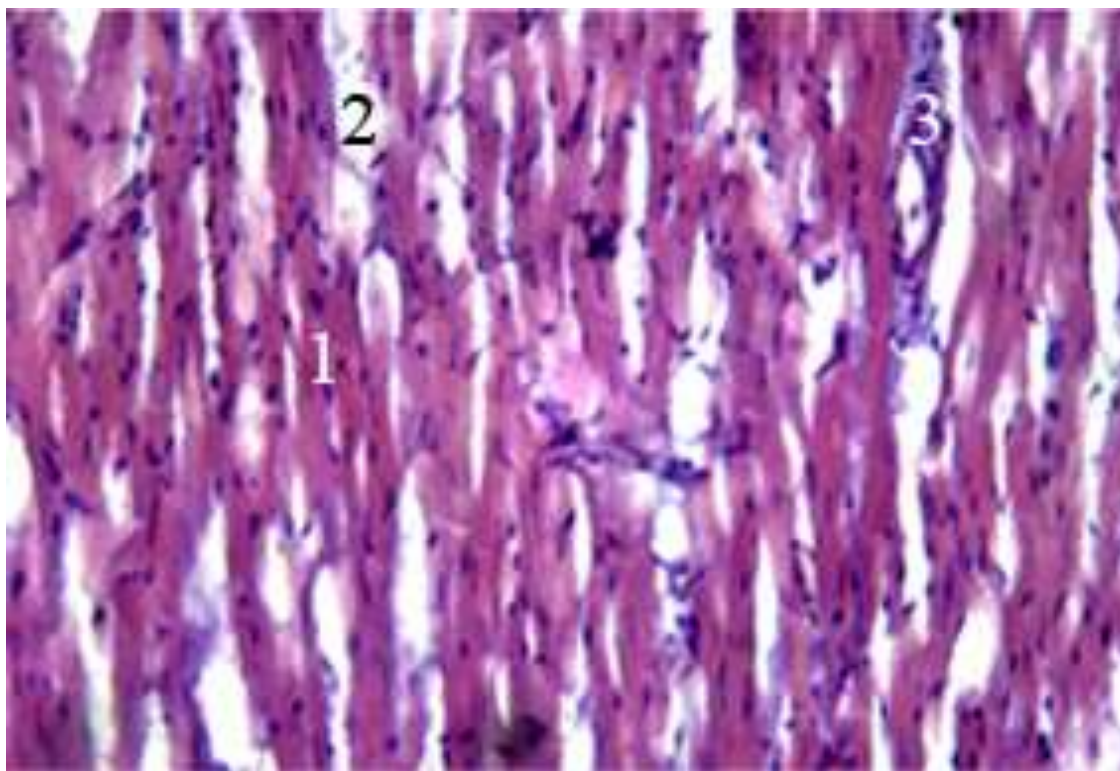
Гістологічна структура лівого шлуночка серця зайця дуже схожа на структуру серця щура, але характерно більш чітке розділення пучків кардіоміоцитів одне від одного. Це забезпечується наявністю чітко виражених сполучнотканинних прошарків між ними товщиною 1 – 4 товщини кардіоміоцитів. Пучок м'язових волокон складається з 6 – 22 кардіоміоцитів, між якими розташовані сполучнотканинні прошарки незначної товщини, але досить чітко виражені. Міокард шлуночка серця зайця добре кровопостачається, що підтверджується наявністю великої кількості кровоносних судин різного калібру, які розташовуються всередині своєрідних сполучнотканинних «футлярах» (рис. 5.8). У серці зайця підрахунок окремих структурних елементів показав, що відсоток СТ дорівнює – 25 % та, відповідно, відсоток КМ – 75 % .



**Рис. 5.8.** Архітектоніка м'язових волокон у міокарді серця зайця. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Ок  $\times 10$ , об  $\times 100$ :

- 1 – сполучна тканина;
- 2 – м'язові волокна.

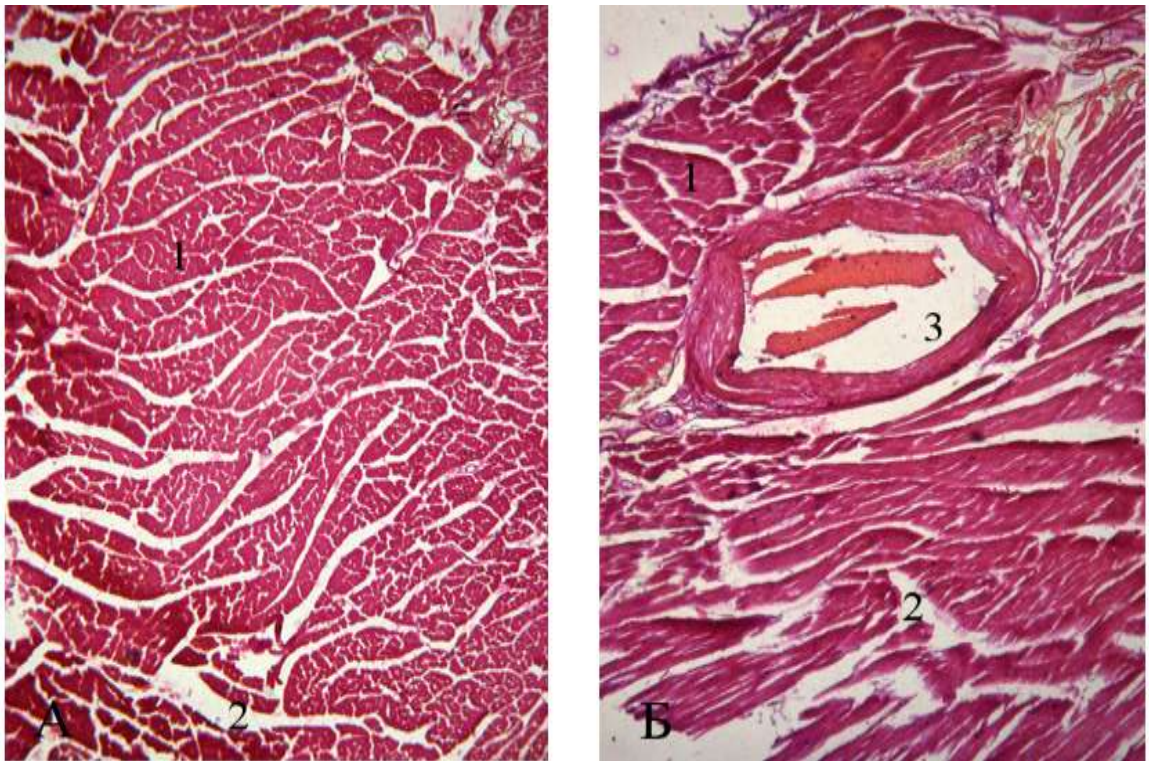
При гістологічному дослідженні серця кроля звертає на себе увагу впорядкованість та одно напрямленість м'язових волокон, які мають подовжнє розташування. Окремі м'язові волокна сполучаються між собою короткими м'язовими містками різної товщини. Завдяки цьому утворюються видовжені сполучнотканинні прошарки різної форми, у яких можна диференціювати окремі кровоносні судини. На відміну від міокарда серця зайця кардіоміоцити серця кроля мають відносно більшу товщину, але розділення міокарда на пучки визначається не так чітко. Це пояснюється невеликою різницею товщини прошарків сполучної тканини як між окремими м'язовими волокнами, так і між їхніми пучками (рис. 5.9). Відсоток СТ складає – 30,7 % та, відповідно, КМ – 69,3 % у міокарді кроля після крапкового підрахунку.



**Рис 5.9.** Будова стінки серця кроля: Забарвлення гематоксиліном і еозином. Ок  $\times 10$ , об  $\times 100$ :

- 1 – кардіоміоцити;
- 2 – сполучна тканина;
- 3 – кровоносні судини.

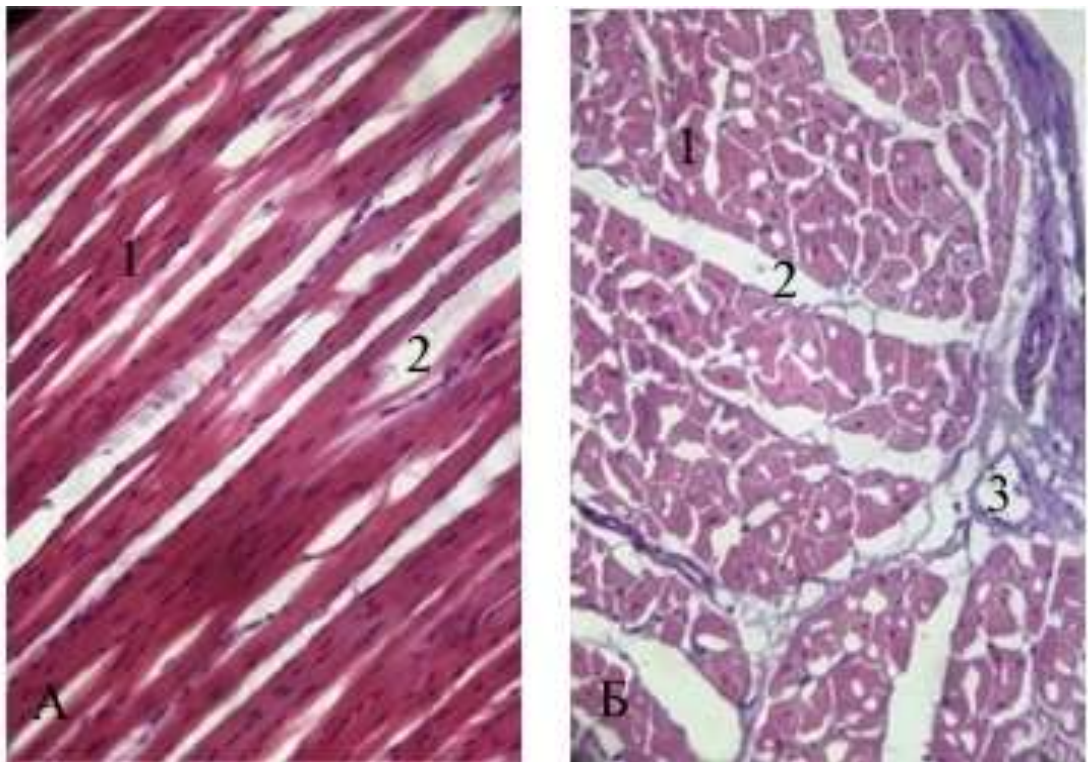
Структура міокарда серця нутрії на гістологічному рівні нагадує структуру міокарда зайця. Кардіоміоцити розташовані чітко вираженими пучками по 8 – 32 штуки у кожному. Прошарки сполучної тканини між пучками волокон мають товщину від 1 до 6 діаметрів кардіоміоциту. Між окремими кардіоміоцитами диференціюються невеликі сполучнотканинні прошарки розмірами 0,5 – 1 їхньої товщини (рис. 5.10 А). У окремих ділянках сполучної тканини відмічається наявність кровоносних судин різного діаметра, які містять у окремих випадках формені елементи крові (5.10 Б). У серці нутрії відсоток СТ складає – 31,1 % та, відповідно, КМ – 68,9 % після крапкового підрахунку.



**Рис 5.10.** М'язові волокна та сполучна тканина в стінці серця нутрії – (А) та кровоносна судина великого діаметра у міокарді серця нутрії – (Б). Зabarвлення гематоксиліном і еозином. Ок  $\times 10$ , об  $\times 40$ :

- 1 – м'язові волокна;
- 2 – сполучна тканина;
- 3 – кровоносні судини.

Під час вивчення гістологічної будови міокарда лівого шлуночка серця свині було встановлено, що кардіоміоцити мають чітко впорядковану структуру, як на поздовжніх (рис. 5.11 А), так і на поперечних зрізах (рис. 5.11 Б). Між м'язовими волокнами є окремі м'язові містки великого діаметра, окремі кардіоміоцити візуально зливаються на коротких ділянках. Структура м'язових волокон утворює своєрідну сітку, яка розділяє прошарки сполучної тканини на окремі комірки. На поперечному зрізі видно розташування м'язових волокон пучками по 7 – 16 штук, які об'єднуються по 2 – 7 у більш великі пучки. Сполучнотканинні прошарки мають добре виражену структуру, розташовуються як у вигляді поздовжніх шарів, так і у вигляді острівців. Відсоток СТ дорівнює – 30,6 % і, відповідно, КМ – 69,4 % у серці свині після крапкового підрахунку.

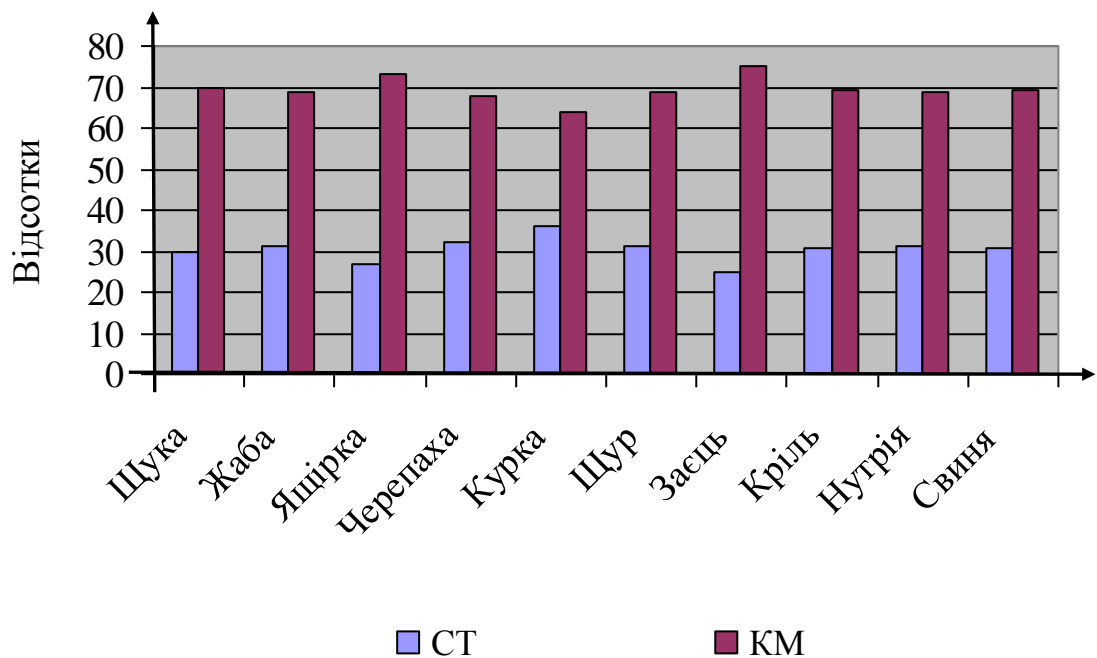


**Рис. 5.11.** Будова стінки серця свині: (А – поздовжній зріз; Б – поперечний зріз). Забарвлення гематоксиліном і еозином. Ок  $\times 10$ , об  $\times 40$ :

- 1 – м'язові волокна;
- 2 – сполучна тканина;
- 3 – кровоносні судини.



Підсумовуючи наведені дані щодо гістологічної будови міокарда серцевої стінки досліджуваних тварин, звертають на себе увагу відмінності архітекτονіки та співвідношення м'язового та сполучної тканини. Це дає можливість визначити певну динаміку зростання відсотка м'язової тканини у залежності від виду тварин (рис. 5.12). На даній схемі видно, що найбільший відсоток м'язової тканини спостерігається у ящірки (73,1 %) та зайця (75 %), а найменший – у курки (63,9 %) та черепахи (67,6 %). З цих даних видно, що кількість м'язової тканини обумовлена не тільки класом тварини та кількістю камер серця, а й особливостями способу життя тварини – чим активніша тварина, тим більший відсоток м'язової тканини містить міокард.



**Рис 5.12.** Відсоткове співвідношення м'язової і сполучної тканини у міокарді різних видів тварин.

З цієї закономірності випадає курка, яка відноситься до класу птахів, що ведуть найбільш активний спосіб життя, але її міокард містить найменшу відносну кількість кардіоміоцитів (рис. 5.12). Це можна пояснити тим, що для дослідження було взято серце домашньої курки, яка веде вкрай малорухомий спосіб життя.

Таблиця 5.1

**Кількісна характеристика компонентів серцевої стінки різних тварин**

Види тварин	Сполучна Тканина	М'язова тканина	% співвідношення СТ/КМ
щука	30,0 %	70,0 %	42,85 %
жаба	31,02 %	68,98 %	44,96 %
ящірка	26,9 %	73,1 %	36,79 %
черепаха	32,37 %	67,63 %	47,86 %
курка	36,11 %	63,89 %	56,51 %
щур	31,25 %	68,75 %	45,45 %
заєць	25,0 %	75,0 %	33,33 %
кріль	30,74 %	69,26 %	44,38 %
нутрія	31,12 %	68,8 %	44,92 %
свиня	30,6 %	69,4 %	44,09 %

З таблиці (табл. 5.1) видно, що у представників окремих видів тварин у межах одного класу відсоткове співвідношення сполучної та м'язової тканин різняться незначним чином, особливо це виражено у класі ссавців, де ці показники коливаються у межах 1 – 2 %, хоча архітектоніка розташування волокон має свої особливості у кожного окремого виду. З цієї закономірності випадає заєць, який має найменший показник.

Результати досліджень, представлені в даному розділі дисертаційної роботи, опубліковані у вигляді статті у спеціалізованих виданнях, рекомендованих ВАК України [33].

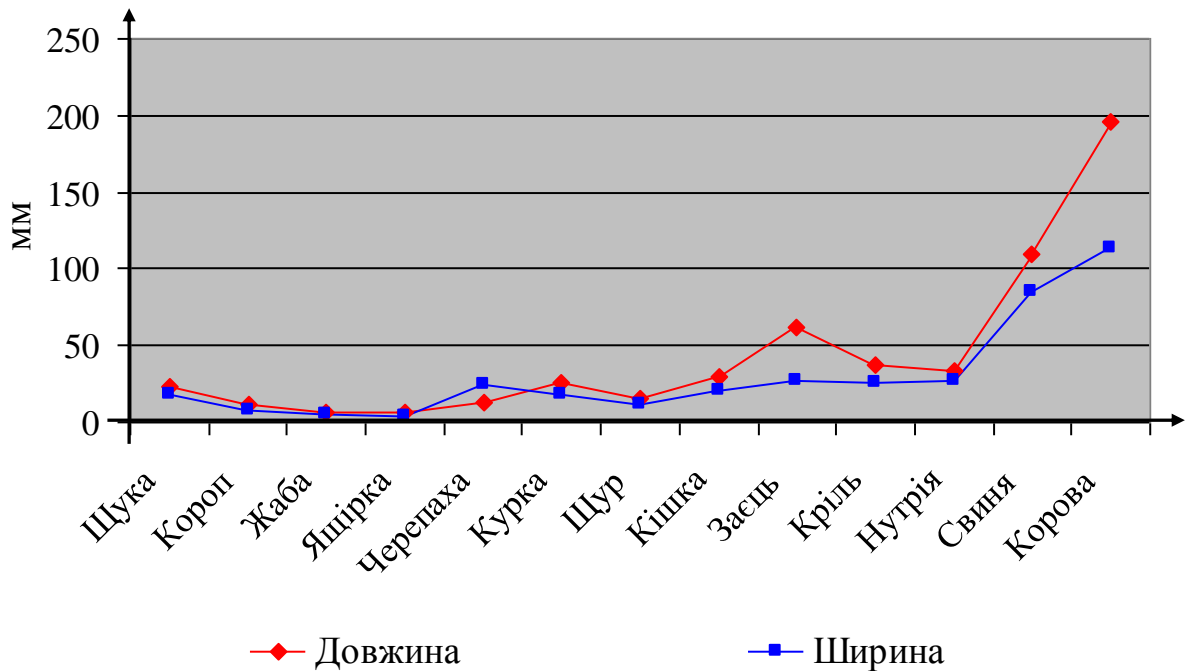
## РОЗДІЛ 6

### АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Вивчення закономірностей будови, становлення і розвитку серця у філогенетичному аспекті є важливим і актуальним розділом не тільки у роботі науковців загального біологічного профілю, але і є необхідною складовою у дослідженнях морфології людини. Це важливо для розуміння загальнобіологічних принципів побудови та формування як організму в цілому, так і окремих органів, що допоможе розкрити глибинні механізми різноманітних форм органічної патології, та провести зіставлення ряду ключових морфологічних показників, які допоможуть, у подальшому, обґрунтувати доцільність та значення експериментальних досліджень на тваринах при вивченні морфології органів людини. У зв'язку з медичною доцільністю (високий рівень захворюваності на серцево-судинну патологію), особливий інтерес викликає саме дослідження серця у філогенетичному аспекті, що і було виконано у даній роботі. Тому, аналізуючи дані проведеного дослідження в порівняльному аспекті з даними, опублікованими у науковій літературі, передусім, є необхідність зупинитися на досить важливих питаннях, які або недостатньо висвітлені, або залишаються дискусійними.

У сучасній науковій літературі досить добре висвітлені питання щодо морфологічних характеристик серця різних видів тварин на макроскопічному рівні [51, 59, 63, 130] та вивчена зовнішня будова серця [8, 16, 20, 24, 36, 51, 135, 144, 191]. Але дослідження науковців стосуються окремих видів тварин, або порівнянню декількох видів. Тому для більш повного розуміння філогенетичних закономірностей формування серця нами послідовно були вивчені серця представників усіх основних класів хребетних. При вивченні зовнішньої будови серця, багато науковців спираються на показник індексу

форми серця [25, 36, 51, 59, 69, 135, 141, 142, 191]. У представленій роботі ми прослідкували динаміку зміни лінійних показників серця різних класів тварин (рис. 6.1).



**Рис. 6.1.** Динаміка зміни лінійних показників серця різних видів тварин.

З наведеного графіка видно, що лінійні показники серця не залежать від класу тварини, а залежать лише від загальних розмірів представника окремого виду, що підтверджують дослідження ряду авторів, які стверджують, що не тільки лінійні розміри, а й зростання маси серця і його окремих відділів пропорційно залежать від росту організму у цілому [70, 90, 155, 191].

Також нами було визначено динаміку зміни індексу форми серця, який знаходиться у певній залежності від лінійних показників представників різних систематичних класів та способу життя тварин.

Аналізуючи динаміку зміни індексу форми серця у різних видів тварин, можна зробити висновок, що тварини, які ведуть малорухливий спосіб життя (черепаха), мають кулясте серце, а тварини з активним способом життя (заєць), мають конусоподібне серце. Проміжною формою є еліпсоподібне

серце. Також нами було визначено конституціональні типи серця у середині кожної групи досліджених тварин різних видів.

Порівнюючи отримані нами дані з даними, описаними у науковій літературі, було визначено певну невідповідність між ними. Так, ряд дослідників визначають у риб трубчасту, мішкоподібну та пірамідальну форми серця [135, 141, 144, 191], деякі науковці описують трикутну та округлу форму [71, 99]. Згідно з літературними даними [54, 62, 144, 191], форма серця риб залежить від активності їхнього способу життя, температурних та сезонних змін у воді. Так, вони визначають, що у риб, які ведуть більш активний спосіб життя, форма серця пірамідальна, а риби, які менш активні, мають мішкоподібну форму серця. У нашому дослідженні форма серця риб, згідно з показником індексу форми серця, визначається як куляста (індекс форми серця –  $78 \pm 6$  %) у щуки та еліпсоподібна (індекс форми серця –  $66 \pm 3$  %) у коропа. У результаті дослідження нами були отримані дані, що визначають конституціональні типи серця риб. У ряді коропоподібних зустрічались як еліпсоподібна (93 %) так і конусоподібна (7 %) форми серця. У ряді щукоподібних визначились куляста (98 %) та еліпсоподібна (2 %) форма серця. Ми також відзначаємо, що риби, які ведуть активний спосіб життя, мають еліпсоподібну форму серця, а кулясту форму серця мають риби, які менш активні.

На сьогоднішній день недостатньо вивчено, форми серця жаби. Дослідники, вивчаючи серце цих тварин, описують переважно будову камер та серцевий індекс. Тому, аналізуючи дані, які ми отримали вивчаючи морфометричні параметри серця жаби, нами було встановлено, що серце жаби має індекс форми серця  $71 \pm 8$  %, що дозволяє віднести його до еліпсоподібного серця. Нами також було визначено, що серед конституціональних типів серця жаби зустрічались усі три форми серця: еліпсоподібне, конусоподібне та кулясте.

Морфологія серця у рептилій в неповній мірі описана в літературі. Окремі дослідники описують будову камер, морфологію окремих частин міокарда [68, 75]. Описуючи форму серця ящірки, автори визначають її як овальну [69, 142], що суперечить даним нашого дослідження, у якому ми визначаємо еліпсоподібну форму серця ящірки (індекс форми –  $66 \pm 4$  %). Форма серця черепахи у літературі не описана, у нашому ж дослідженні ми визначили у черепахи кулясте серце (індекс форми –  $192 \pm 19$  %). Нами було визначено конституціональні типи серця рептилій. Морфометричні дослідження на серцях черепах показали, що у черепахи характерним є тільки 100 % куляста форма серця. Така форма серця також пов'язана з особливостями будови грудної клітки (наявність панцира). Спосіб життя черепахи також впливає на форму серця, тому що вона пересувається повільно та веде менш активний спосіб життя. А еліпсоподібна форма серця ящірки пов'язана з активним способом життя. У ящірки зустрічались, як еліпсоподібний (99 %) так і конусоподібний (1 %) конституційний типи серця.

Серце птахів в ембріональному періоді достатньо описано та вивчено рядом науковців [74, 83, 132, 133, 150, 162]. У постнатальному періоді серце птахів описується в аспекті вивчення будови камер серця, динаміки зміни показника маси та розмірів цього органу [8, 16, 24, 36]. Однак, щодо форми серця птахів недостатньо даних сучасної літературі. Описуючи форму серця птахів, Кульчицький К.І. [26] визначає, що частіше зустрічається конічна форма серця, тільки у деяких птахів воно сильно подовжене. Це суперечить даним нашого дослідження. Нами було проведено підрахунок індексу форми серця, який складає у птахів  $69 \pm 3$  %, що свідчить про еліпсоподібну форму серця. У птахів визначались в основному еліпсоподібні (99 %) конституціональні типи серця. Конусоподібний тип зустрічався лише у 1 %, а кулястої форми серця у птахів ми не зустрічали взагалі.

Цілком зрозуміло, що форма серця ссавців найбільш детально описана в наукових працях, порівняно з представниками інших класів тварин [20,

51]. Але більш за все у літературі дослідники описують будову камер, морфологію та функцію шлуночків серця ссавців [8, 16, 24, 36, 38, 39]. Також добре вивчений розвиток серця ссавців у пренатальному періоді онтогенезу [67, 74, 80, 132, 133, 192]. У постнатальному періоді онтогенезу розподіл форм серця щурів описаний наступним чином: 80 % мають конусоподібну форму, а 20 % – еліпсоподібну [25]. Це суперечить нашим даним, які представлені наступним чином: 93 % представників щурів мають еліпсоподібну форму серця, 4 % – конусоподібну, а 3 % – кулясту. Тому щурів можна вважати тваринами з еліпсоподібною формою серця (індекс форми серця –  $68 \pm 9$  %). До ряду гризунів відноситься і нутрія, серце якої не достотно описано у літературі, за нашим дослідженнями у цієї тварини куляста форма серця (індекс форми серця –  $81 \pm 4$  %). Наше дослідження показало, що конституціональний тип серця нутрії також є більш кулястий – 99 %, та лише у 1 % – еліпсоподібний.

Описання форми серця кішки у літературі [51] відзначається як еліпсоподібний (38 %) та еліпсоподібна звужений (62 %). Ці показники відрізняються від наших даних. За результатами нашого дослідження, кішка належить до тварин з еліпсоподібною формою серця (індекс форми серця –  $66 \pm 2$  %). Ми визначили наступні конституціональні типи серця кішки: 98 % – еліпсоподібний та 2 % – конусоподібний.

Індекс форми серця, визначений нами у кроля і зайця, значно різниться, незважаючи на спорідненість цих двох видів. У кроля індекс форми серця складає  $70 \pm 2$  %, тобто воно еліпсоподібне, а у зайця –  $43 \pm 5$  %, тобто воно конусоподібне. У порівнянні з кроликом серце зайця крупніше, по масі – в чотири рази перевершує серце кролика. З досліджених нами тварин найактивнішим є заєць, тому його конституціональний тип серця – конусоподібний. Крім того, маса серця зростає зі збільшенням рухливості. Наявність меншого за розмірами і масою серця у кроля пояснюється меншою рухливістю і низьким рівнем метаболізму, що повністю співпадає з літературними

джерелами [51], згідно яких форма серця зайця має два конституціональні типи серця: конусоподібний (82 %) і конусоподібний розширений (18 %). У кроля серце також має два типи: еліпсоподібний (78 %) і еліпсоподібна звужений (12 %). Ці показники відрізняються від даних нашого дослідження. У ряді зайцеподібних зустрічаються різні конституціональні типи серця серед досліджених нами тварин. Так, у зайця ми визначили – 100 % конусоподібний конституціональний тип серця; а у кроля – 94 % еліпсоподібний та 6 % кулястий конституціональний тип серця.

Форма серця свині залишається недостатньо вивченою на сьогодні. Детально [7] зустрічається описання форми серця свині, як «помірно розширене». Ми ж визначаємо наявність у свині кулястої форми серця (індекс форми серця –  $77 \pm 2$  %). Серед конституціональних типів ми визначили – 98 % кулястого типу серця та 2 % еліпсоподібного.

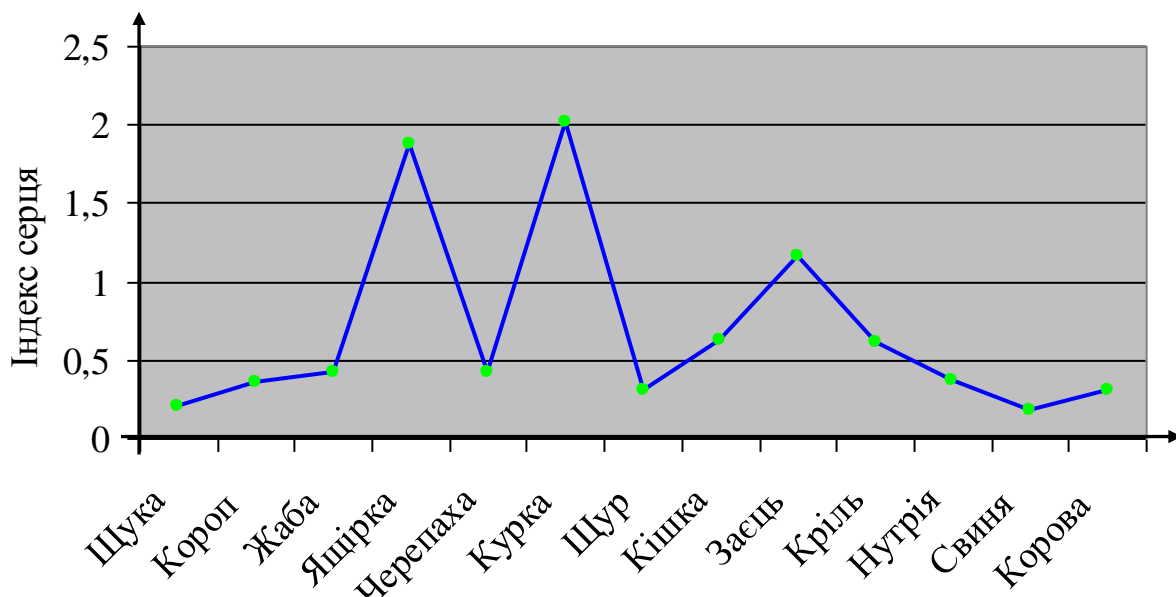
У корови дослідниками описується форма серця як «звужено витягнута» та «звужено вкорочена» [26]. Нами ж було доведено наявність у корови 100 % конусоподібної форми серця (індекс форми серця –  $58 \pm 1$  %).

Таким чином, кількісний аналіз форми серця на досліджених нами тваринах показав, що є крайні форми серця (конусоподібна та куляста) і типові (еліпсоподібна), характерні для багатьох тварин. Наявність різних форм серця у представників різних видів тварин всередині ряду, підтверджує припущення про залежність форми серця не від ієрархії у систематичній класифікації, а від способу життя тварини. При цьому простежується певна філогенетична закономірність, з якою змінюється індекс форми серця.

Серцевий індекс – важливий показник, який визначається співвідношенням маси серця до маси тіла тварини [36].

У нашому дослідженні було визначено динаміку зміни серцевого індексу у різних видів тварин (рис. 6.2).





**Рис. 6.2.** Динаміка серцевого індексу у різних видів тварин.

З наведеного графіка (рис. 6.2) видно, що серцевий індекс є відносно стабільним у різних видів тварин. З цієї закономірності випадає показник серцевого індексу у ящірки (1,87) та курки (2,01), а серед ссавців – заєць (1,16), що співпадає з даними літератури [36], і може свідчити про індивідуальні особливості виду у залежності від способу життя та метаболізму.

У літературі відомостей, щодо взаємозв'язку між розмірами тварин та розмірами їх сердець, нами практично відсутні [25].

У результаті аналізу зв'язків між параметрами серця та розмірами тіла різних видів тварин нами було визначено, що найбільшу кількість прямих сильних кореляційних зв'язків мають жаба та курка (110), а найменшу – щур (34). Для щура більш характерним були слабкі кореляційні зв'язки (58). Щодо зворотних кореляцій, то найбільшу кількість сильних кореляційних зв'язків між параметрами серця та розмірами тіла має черепаха (24). При аналізі кореляцій між різними параметрами серця встановлено, що найбільшу кількість прямих сильних кореляційних зв'язків має щука (15), а слабких – щур (7).

Вивчення внутрішнього рельєфу шлуночків серця риб та рептилій показали, що міокард шлуночків складається з зовнішнього компактного і внутрішнього губчастого шарів. Міокард шлуночка амфібій має тільки губчасту будову. У птахів і ссавців внутрішня стінка обох шлуночків має трабекулярну будову і складається з компактного міокарда. Дані літератури, щодо будови внутрішнього рельєфу міокарда шлуночків тварин, повністю співпадають з нашими дослідженнями [26].

При дослідженні внутрішнього рельєфу камер серця були встановлені відмінності архітекtonіки папілярно-трабекулярного апарату у представників досліджуваних класів тварин. Зміни архітекtonіки папілярно-трабекулярного апарату камер серця відбуваються у напрямку збільшення відносних розмірів та зменшення загальної кількості трабекул у шлуночках серця. Структура папілярно-трабекулярного апарату змінюється від дрібнокомірчастої у риб до з відносно великими поздовжньо направленими трабекулами з великою кількістю дрібних поперечно розташованих м'язових містків у птахів і ссавців. У представників класу птахів і ссавців окрім м'язових перекладок у складі папілярно-трабекулярного апарату з'являються сосочкові м'язи. Папілярно-трабекулярний апарат, крім формування внутрішнього рельєфу шлуночків, бере участь у роботі клапанного апарату, в його активній частині. Частка компактного і трабекулярного міокарда впродовж онтогенезу змінюється. Трабекулярний міокард складає частину структур, які формують внутрішній рельєф камер серця. Тому структурні компоненти, що формують внутрішній рельєф серця, є важливою ланкою в забезпеченні насосної функції серця.

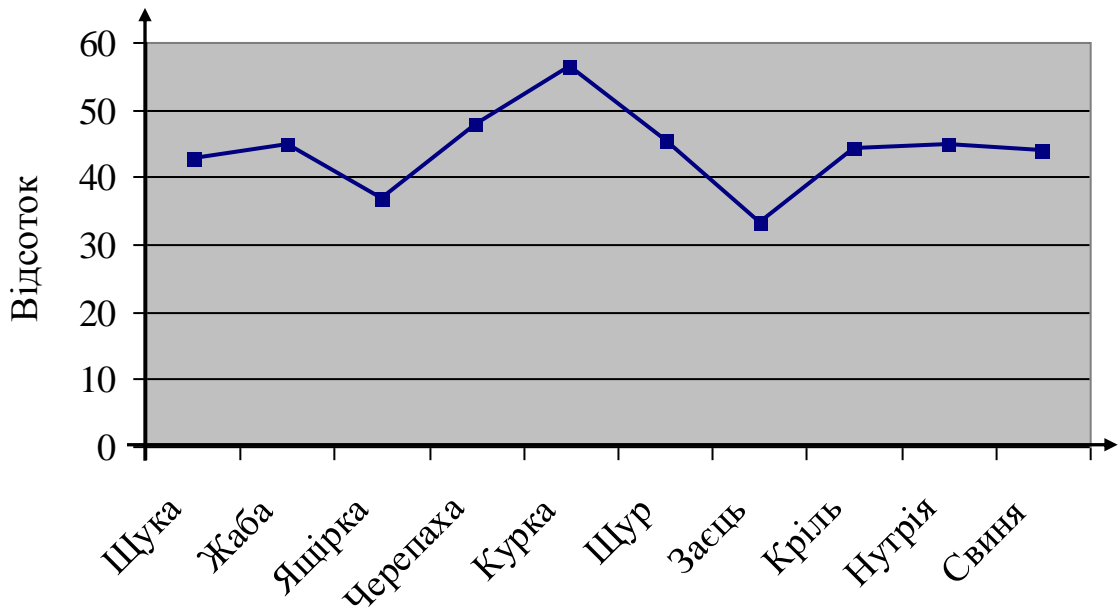
Проведене нами дослідження внутрішнього рельєфу порожнин шлуночків ссавців показало наявність додаткових хорд серця, які частіше зустрічаються у правому шлуночку. У свині та корови додаткова хорда супроводжувалася судиною. Додаткова хорда характеризується тим, що має незвичну топографію, починається від м'ясистих трабекул стінки шлуночка і

прикріплюється до міокарда перегородки серця; а також тим, що не належить до будови клапанного апарату серця. Слід зазначити, що нами не було знайдено відомостей у літературі, щодо аномальних хорд у шлуночках серця тварин. Тоді як, однією з важливих проблем сучасної кардіології є виявлення аномальних хорд у серці і їх зв'язок із різною серцево-судинною патологією.

На вивченому нами матеріалі було встановлено, що гістологічна будова міокарда серця неоднакова у різних видів тварин і залежить від форми серця і кількості камер серця. При аналізі гістологічної структури міокарда серця досліджуваних тварин нами було визначено ряд відмінностей. Це, передусім, стосується відмінностей архітекtonіки м'язових волокон та співвідношення м'язового та сполучної тканини.

Аналізуючи динаміку відмінності архітекtonіки м'язового та сполучного тканини у міокарді серця різних видів тварин, нами була визначена певна динаміка зростання відсотка м'язового компонента у залежності від виду тварин. Ми визначили, що найбільший відсоток м'язової тканини спостерігався у ящірки (73,1 %) та зайця (75 %), а найменший – у курки (63,8 %) та черепахи (67,6 %). Отримані нами дані вказують на те, що кількість м'язової тканини обумовлена не тільки класом тварини та кількістю камер серця, а й особливостями способу життя тварини – чим активніша тварина, тим більший відсоток м'язової тканини містить міокард.

Нами встановлено, що серед різних видів тварин, відношення сполучнотканинного компонента до м'язового є найбільшим у курки (56,5 %), а найменшим – у зайця (33,33 %) і у ящірки (36,8 %). У представників окремих видів тварин у межах одного класу відсоткове співвідношення сполучної та м'язової тканин різнилося незначним чином, особливо це проявляється у класі ссавців (окрім зайця), де показники коливалися у межах 1 – 2 %, хоча архітекtonіка розташування волокон мала свої особливості у кожного окремого виду (рис. 6.3).



**Рис. 6.3.** Динаміка відсоткового співвідношення сполучної тканини до м'язової у міокарді серця у різних видів тварин.

У дослідженнях інших авторів таке співвідношення не зустрічається. Дані літературних джерел, щодо гістологічної будови міокарда риб повністю співпадають з нашими даними [135, 145]. Гістологічне описання будови міокарда більшості інших тварин (за винятком щурів) є недостатнім, стосується тільки окремих показників і не дає цілісної уяви про закономірності організації міокарда на мікроскопічному рівні.

Виходячи з вищенаведеного, з вивчених нами тварин найбільш відрізнялись черепаха і заєць. Це пояснюється тим, що черепаха в піддослідній групі характеризується малорухомим способом життя, а заєць – є самим активним. Це можна прослідкувати, аналізуючи співвідношення індексу форми серця. У вищеназваних тварин ми відзначили крайні форми серця: найбільший індекс форми серця – 192 % спостерігався у черепахи, тому вона має серце кулястої форми. Відповідно, найменший індекс спостерігався у зайця – 43 %, тому форма серця визначається, як конусоподібна. Аналізуючи серцевий індекс, який також пов'язаний з руховою активністю тварини, ми визначили: черепаха має – 0,42, що говорить про її повільну рухливість;

а серед ссавців самий більший показник у зайця – 1,16, що свідчить про його активність. Ця закономірність збережена і в гістологічній будові міокарда серцевої стінки: найменший відсоток м'язової тканини спостерігався у черепахи – 67,6 %, а найбільший у зайця – 75 %. Це доводить також, що кількість м'язової тканини обумовлена особливостями способу життя тварин – чим активніша тварина (заєць), тим більший відсоток м'язової тканини містить міокард і навпаки.

Отже, підводячи підсумок усієї роботи, необхідно відмітити, що комплексний підбір методів дослідження дозволив нам вивчити отриманий матеріал із позиції еволюційної морфології і провести його порівняльний аналіз. Проведене дослідження суттєво розширює уявлення щодо закономірностей формоутворення серця на різних рівнях організації з виявленням послідовної динаміки змін ключових показників у видів, розташованих згідно з загальноприйнятою системною класифікацією тварин.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі представлено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукового завдання щодо встановлення філогенетичних особливостей формоутворення серця в постнатальному періоді онтогенезу у представників 5 класів тварин (риби, амфібій, плазуни, птахи, ссавці).

1. Для різних видів з різних класів тварин встановлено характерні типи форми серця, які залежать від рухової активності тварин. Визначено два варіанти форми серця: конусоподібна (індекси форми серця у зайця – 43 %, корови – 58 %) і куляста (індекси форми серця у черепахи – 192 %, щуки – 78 %, нутрії – 81 %, свині – 77 %) та одна проміжна – еліпсоподібна (індекс форми серця від 66 до 71 %), характерна для решти досліджуваних видів тварин.

2. У більшості видів тварин визначено філогенетична стабільність серцевого індексу. В цієї закономірності є виключення – показники серцевого індексу у ящірки (1,87), курки (2,01) та зайця (1,16), що свідчить про індивідуальні особливості виду в залежності від способу життя.

3. Аналіз зв'язків між параметрами серця та розмірами тіла різних видів тварин показав, що найбільшу кількість прямих сильних кореляційних зв'язків мають жаба та курка (110), а найменшу – щур (34), для якого більш характерними були слабкі кореляції (58). Найбільша кількість зворотних сильних кореляційних зв'язків між параметрами серця та розмірами тіла має черепаха (24). Між різними параметрами серця найбільша кількість прямих сильних кореляційних зв'язків встановлена у щуки (15), а слабких – у щура (7).

4. Філогенетичною особливістю внутрішнього рельєфу серця риб, амфібій і рептилій є відсутність сосочкових м'язів, їх функцію виконують

м'язові перетинки, а сосочкові м'язи з'являються у тварин з чотирикамерним серцем. Встановлено, що відносний об'єм папілярно-трабекулярного апарату у тварин різних класів не однаковий, що пов'язано з формуванням компактного міокарда у представників класів птахів і ссавців.

5. Виявлено зміни у співвідношенні сполучної і м'язової тканини стінки шлуночків тварин різних видів і класів. Коливання співвідношення сполучної тканини до м'язової становило: у рептилій – від 36,8 % до 47,9 %; у ссавців – від 33,3 % до 45,5 %; у птахів – 56,5 %; у риби – 42,9 %, у амфібій – 45,0 %. Найменшу величину співвідношення сполучної тканини до м'язової встановлено у зайця (33,3 %), а найбільшу – у курки (56,5 %).

6. Найбільший відсоток м'язової тканини у шлуночках серця визначено у ящірки (73,1 %) та зайця (75,0 %), а найменший – у курки (63,8 %) та черепахи (67,6 %), що вказує на певну залежність кількості м'язової тканини не тільки від виду тварини та кількості камер серця, а й від особливостей способу життя тварини.

## ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Виявлені філогенетичні закономірності формування серця та матеріали з видової мінливості можуть бути використані в еволюційній морфології науково-дослідними інститутами, які займаються проблемами філо- та онтогенезу, а також у вузах медико-біологічного та природничо-наукового профілів при викладанні матеріалів із фізіології, гістології, анатомії та біології серця тварин, а також при подальших анатомічних, ембріологічних і гістологічних дослідженнях.

2. Дані представленої дослідження можна використовувати для подальшого вивчення морфології та порівняльного аналізу з серцем людини, для розуміння механізмів формоутворення серця людини, що дозволить розробити адекватні підходи до діагностики і лікування серцево-судинних захворювань, особливо вроджених вад серця.



**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Автандилов Г. Г. Введение в количественную патологическую морфологию / Г. Г. Автандилов. – М.: Медицина, 1985. – 215 с.
2. Автандилов Г. Г. Медицинская морфометрия / Г. Г. Автандилов. Руководство. – М.: Медицина, 1990. – 384 с.
3. Автандилов Г. Г. Системный стереометрический анализ ультраструктур клеток / Г. Г. Автандилов, В. П. Невзоров, О. Ф. Невзорова. – Кинешин: Штиинца, 1984. – 186 с.
4. Бартусевич Е. В. Морфометрические и функциональные характеристики левого желудочка сердца млекопитающих: автореферат дис. на соискание научной степени кандидата биологических наук: спец. 03.00.13 / Е. В. Бартусевич. – Уральск, 2007. – 19 с.
5. Бартусевич Е. В. Эхокардиографические параметры левого желудочка сердца крыс / Е. В. Бартусевич // Физиология человека и животных: от эксперимента к клинической практике : III Молодежная научная конференция, XV Республиканская молодежная научная конференция: тез. докл. – Сыктывкар, 2004. – Т. 1 – С. 101.
6. Бартусевич Е. В. Эхокардиографическое исследование морфофункциональных параметров левого желудочка сердца кролика / Е. В. Бартусевич, И. М. Рощевская // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. – 2005. – Т. 91, № 7. – С. 752–757.
7. Бартусевич Е. В. Электрическая активность, архитектоника рабочего миокарда и морфофункциональные параметры левого желудочка свиньи / Е. В. Бартусевич, А. С. Гуляева, И. М. Рощевская // Вестник Уральской мед. акад. науки. – Екатеринбург, 2006. – № 3. – С. 115–116.

8. Биология: [учебник для студентов медицинских институтов] / В. Н. Ярыгин, Ю. К. Богоявленский, Т. Н. Улиссова, И. М. Яровая. – М.: Медицина, 1985. – 560 с.

9. Боровиков В. П. STATISTICA – Статистический анализ и обработка данных в среде Windows / В. П. Боровиков, И. П. Боровиков. – М.: Информационно-издательский дом «Филинъ», 1998. – 608 с.

10. Волков В. И. Морфологическая характеристика сердечных миоцитов лягушки в процессе кардиогенеза / В. И. Волков // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1982. – Т. 82, № 3. – С. 73–80.

11. Горбунов А. А. Количественная онтогенетическая динамика соединительнотканых клеток в желудочковом миокарде крыс / А. А. Горбунов, И. В. Твердохлеб // Морфология. – 2008. – Т. 2, № 1. – С. 50–55.

12. Горбунов А. А. Пространственная реконструкция соединительнотканного компонента миокарда крыс / А. А. Горбунов // Морфология. – 2008. – Т. 2, № 2. – С. 10–14.

13. Горбунов А. А. Соединительнотканый компонент миокарда: новый этап изучения давней проблемы / А. А. Горбунов // Морфология. – 2007. – Т. 1, № 4. – С. 6–12.

14. Гуляева А. С. Архитектоника волокон рабочего миокарда желудочков сердца свиньи / А. С. Гуляева, И. М. Рощевская // Оригинальные исследования морф. – 2005. – Т. 127, № 2. – С. 52–55.

15. Гуцол А. А. Практическая морфометрия органов и тканей / А. А. Гуцол, Б. Ю. Кондратьев ; [под ред. Г. Г. Автандилова]. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1988. – 134 с.

16. Держинский Ф. Я. Сравнительная анатомия позвоночных животных / Ф. Я. Держинский. – М.: ЧеРо, Изд-во МГУ, 1998. – 208 с.

17. Дотримання етичних та законодавчих норм і вимог при виконанні наукових морфологічних досліджень: методичні рекомендації / [В. Л. Кулініченко, В. Д. Мішалов, Ю. Б. Чайковський та ін.]. – К.: 2007. – 29 с.

18. Елкин Н. И. Внутренний рельеф камер полости сердца. Морфология и развитие сердечно-сосудистой системы в норме и эксперименте / Н. И. Елкин. – М.: Медицина, 1982. – С. 30–32.
19. Журавлев В. Л. Сердце лягушки. Строение и функционирование [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Л. Журавлев, С. В. Шабельников. – Кафедра общей физиологии С. Петербургского университета, 2006. – Режим доступа к информации: <http://www.bio.ru/materials/frog/>
20. Завалеева С. М. Сравнительная морфология миокарда позвоночных: автореф. дис. на соискание научной степени д-ра биол. наук: 16.00.02 / С. М. Завалеева. – М., 1996. – 35 с.
21. Зенгбуш П. Молекулярная и клеточная биология / П. Зенгбуш [пер. с англ.]. – М.: Мир, 1982. – Т. 3. – 344 с.
22. Камкин А. Г. Фибрилляция, дефибрилляция / А. Г. Камкин, И. С. Киселева, В. Н. Ярыгин // Природа. – 2002. – № 4. – С. 6–16.
23. Кирьякулов Г. С. Морфометрия сердца в норме / Г. С. Кирьякулов, Н. И. Яблчанский, В. Е. Шляховер. – К.: Вища школа, 1990. – 152 с.
24. Константинов В. М. Зоология позвоночных: учебник для студ. высш. пед. учеб. заведений / В. М. Константинов, С. П. Наумов, С. П. Шаталова. – М.: Изд-во "Academia", 2007. – 464 с.
25. Кошарний В. В. Зміни серця щурів при дії НВЧ – випромінювання в експерименті / В. В. Кошарний // Вісник морфології. – 2004. – № 3. – С. 37–39.
26. Кульчицкий К. И. Сравнительная анатомия и эволюция кровеносных сосудов сердца / К. И. Кульчицкий, О. Ю. Роменский. – К.: “Здоров'я”, 1985. – 176 с.
27. Лакин Г. Ф. Биометрия : учеб. пособие для биол. спец. вузов / Г. Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.

28. Лапач С. Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / С. Н. Лапач, А. В. Чубенко, П. Н. Бабич. – К.: МИРИОН, 2000. – 320 с.

29. Леонтьук А. С. Информационный анализ в морфологических исследованиях / А. С. Леонтьук, Л. А. Леонтьук, А. И. Сыкало. – Минск: Наука и техника, 1981. – 159 с.

30. Морфогенез зовнішньої форми та внутрішньої будови серця протягом філо- та онтогенезу / В. О. Козлов, С. Б. Крамар, Д. І. Назарова [та ін.] // «Карповські читання»: Перша Всеукраїнська наукова конференція, 18-21 травня 2004 р.: тез. доп. – Дніпропетровськ: Пороги, 2004. – С. 26–30.

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

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

33. Назарова Д. І. Гістологічні особливості будови папілярно-трабекулярного апарату серця у філогенезі / Д. І. Назарова // Вісник проблем біології і медицини. – 2008. – № 3. – С. 135–138.

34. Назарова Д. И. Формообразования сердца человека в пре- и постнатальном периоде онтогенеза / Д. И. Назарова // «Карповські читання»: Третя Всеукраїнська морфологічна наукова конференція, 11-14 квіт. 2006 р.: тез. доп. – Дніпропетровськ: Пороги, 2006. – С. 45–46.

35. Назарова Д. И. Филогенетические преобразования внутреннего рельефа сердца / Д. И. Назарова., Е. А. Савенкова // “Прикладні аспекти морфології експериментальних і клінічних досліджень”: науково-практична конференція, 29-30 травня 2008 р.: зб. матеріалів конф. – Тернопіль, 2008. – С. 89–91.

36. Наумов С. П. Зоология позвоночных: учебник [для студ. пед. ин-тов по биол. спец.] / С. П. Наумов. – М.: Высшая школа, 1982. – 464 с.
37. Ноздрачев А. Д. Анатомия лягушки / А. Д. Ноздрачев, Е. Л. Поляков // Лабораторные животные; [под. ред. акад. А. Д. Ноздрачева] – М.: Высшая школа, 1994. – 320 с.
38. Ноздрачев А. Д. Анатомия крысы / А. Д. Ноздрачев, Е. Л. Поляков // Лабораторные животные; [под. ред. акад. А. Д. Ноздрачева] – М.: Высшая школа, 2001. – 464 с.
39. Ноздрачев А. Д. Анатомия кошки / А. Д. Ноздрачев, Е. Л. Поляков // Лабораторные животные; [под. ред. акад. А. Д. Ноздрачева] – М.: Высшая школа, 1998. – 400 с.
40. Павлов Г. Г. Морфогенез стромальных компонентов сердца позвоночных / Г. Г. Павлов // Структура и биомеханика скелетно-мышечной и сердечно-сосудистой систем позвоночных. – К.: Наук. Думка, 1984. – С. 99.
41. Реброва О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О. Ю. Реброва. – М.: Медиа Сфера, 2002. – 312 с.
42. Румянцев П. П. Кардиомиоциты в процессах репродукции, дифференцировки и регенерации / П. П. Румянцев. – Л.: Наука, 1982. – 288 с.
43. Серебрякова В. В. Биология : підруч. [для загальноосвіт. навч. закл.] / В. В. Серебрякова, П. Г. Балан. – К.: Генеза, 2008. – 288 с.
44. Сілкіна Ю. В. Морфогенез просторової організації міокарда в філогенетичному аспекті: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук: спец. 14.03.09 / Ю. В. Сілкіна. – Сімферополь, 2005. – 21 с.
45. Сілкіна Ю. В. Гістоархітектоніка міокарда *Rana Temporaria* на етапах кардіогенезу / Ю. В. Сілкіна // Морфологія. – 2004. – Т. 9, № 3. – С. 29–32.

46. Сілкіна Ю. В. Формування структурних компонентів міокарда як результат реалізації пошукових реакцій клітин-мігрантів / Ю. В. Сілкіна // Морфологія. – 2008. – Т. 1, № 1. – С. 106–110.

47. Сравнительная характеристика кардиогенеза позвоночных животных / Е. Ю. Руденко, Н. В. Ямщиков, П. П. Кругляков, Е. Н. Ямщикова // Успехи современного естествознания. – 2003. – № 9. – С. 54.

48. Суслонова О. В. Архитектоника миокарда желудочков крыс / О. В. Суслонова, И. М. Рощевская // Морфология : научно-теоретический медицинский журнал. – 2005. – Т. 127, № 5. – С. 45–47.

49. Топография и форма полостей сердца в онтогенезе / В. А. Козлов, С. Е. Стебельский, В. Д. Маковецкий, И. В. Юрченко; [под ред. В. А. Козлова]. – Днепропетровск, 1996. – С. 33–49.

50. Формирование пространственной структуры эмбрионального миокарда млекопитающих / С. Б. Крамарь, В. Ф. Шаторная, М. А. Машталир [та ін.] // Актуальні питання морфології. – Луганськ, 1998. – С. 148–150.

51. Чиркова Е. Н. Морфология сердца и его внутренних структур млекопитающих разных экологических групп: автореферат на соискание научной степени кандидата биологических наук: спец. 16.00.02 / Е. Н. Чиркова. – Оренбург, 2009. – 18 с.

52. Шаторная В. Ф. Характеристика миграционного процесса в сердце млекопитающих на этапах онтогенеза / В. Ф. Шаторная // Вестник проблем биологии и медицины. – Харьков, 1997. – С. 83–87.

53. Agnisola C. Structure and function of the fish cardiac ventricle: flexibility and limitations / C. Agnisola, B. Tota // *Cardioscience*. – 1994. – Vol. 5, № 3. – P. 145–153.

54. Aho Eija. Contractile properties of atrial and ventricular myocardium of the heart of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*: effects of thermal acclimation / Eija Aho, Matti Vornanen // *The Journal of Experimental Biology*. – 1999. – Vol. 202. – P. 2663–2677.

55. Allen D. G. The effects of muscle length on intracellular calcium transients in mammalian cardiac muscle / D. G. Allen, S. Kurihara // *Journal of Physiology*. – 1982. – Vol. 327. – P. 79–94.

56. 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

57. 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.

58. Anatomy, histology, and development of the cardiac valvular system in elasmobranchs / W. C. Hamlett, F. J. Schwartz, R. Schmeinda, E. Cuevas // *Journal of Experimental Zoology*. – 1996. – Vol. 275, № 2. – P. 83–94.

59. Anderson R. H. The anatomy of the heart revisited / R. H. Anderson, N. A. Brown // *Anat. Rec.* – 1996. – Vol. 246, № 1. – P. 1–7.

60. Assessment of Transmyocardial Perfusion in Alligator Hearts / Takushi Kohmoto, Michael Argenziano, Noriyoshi Yamamoto [et al.] // *American Heart Association Inc.* – 1997. – Vol. 95. – P. 1585–1591.

61. Ayyetey A. S. Ultrastructure of the internodal myocardium in the rat / A. S. Ayyetey, V. Navaratnam, R. D. Yates // *J. Anat.* – 1988. – Vol. 158. – P. 77–90.

62. Bailey J. R. Enhanced maximum frequency and force development of fish hearts following temperature acclimation / J. R. Bailey, R. William // *Driedzic Journal of Experimental Biology*. – 1990. – Vol. 149. – P. 239–254

63. Bartman T. Mechanics and Function in Heart Morphogenesis / T. Bartman, J. Hove // *Dev. Dynam.* – 2005. – Vol. 233, № 2. – P. 373–381.

64. Bassani J. W. M. Relaxation in rabbit and rat cardiac cells: species-dependent differences in cellular mechanisms / J. W. M. Bassani, R. A. Bassani, D. M. Bers // *Journal of Physiology*. – 1994. – Vol. 476, № 2. – P. 279–293.

65. Berger P. J. The Reptilian Baroreceptor and Its Role in Cardiovascular Control / P. J. Berger // *American Zoologist*. – 1987. – Vol. 27, № 1 – P. 111–120.

66. Bossen E. H. Comparative stereology of the lizard and frog myocardium / E. H. Bossen, J. R. Sommer // *Tissue and Cell*. – 1984. – Vol. 16, № 2. – P. 173–178.

67. Buckingham M. Building the mammalian heart from two sources of myocardial cells / M. Buckingham, S. Meilhac, S. Zaffran // *Nat. Rev. Genet.* – 2005. – Vol. 6. – P. 826–835.

68. Burggren W. Ventricular haemodynamics in the monitor lizard *varanus ex anthematicus*: pulmonary and systemic pressure separation / W. Burggren, K. Johansen // *J. Exp. Biol.* – 1982. – Vol. 96. – P. 343–354.

69. Burggren W. W. Form and Function in Reptilian Circulations / W. W. Burggren // *American Zoologist*. – 1987. – Vol. 27, № 1. – P. 5–19.

70. 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.

71. Cardiac Morphology and Blood Pressure in the Adult Zebrafish / N. Hu, H. J. Yost, E. B. Clark // *The Anatomical Record*. – 2001. – Vol. 264, № 1. – P. 1–12.

72. Chamber formation and morphogenesis in the developing mammalian heart / V. M. Christoffels, P. E. Habets, D. Franco [et al.] // *Dev. Biol.* – 2000. – Vol. 223, № 2. – P. 266–278.

73. Chazaud C. Retinoic acid is required in the mouse embryo for left-right asymmetry determination and heart morphogenesis / C. Chazaud, P. Chambon, P. Dolle // *Development*. – 1999. – Vol. 126, № 12. – P. 2589–2596.

74. 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.



75. Cundall D. *Biology of the Reptilia* / D. Cundall // *Morphology G. Visceral Organs.* – 1999. – Vol. 19, № 3. – P. 847–850.
76. De La Cruz M. V. *Living Morphogenesis of the Heart* / M. V. De La Cruz, R. R. Markwald. – Boston : Birkhauser Verlag AG, 1998. – 260 p.
77. *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.
78. *Development of the heart: (2) Septation of the atriums and ventricles* / R. H. Anderson, S. Webb, N. A. Brown [et al.] // *Heart.* – 2003. – Vol. 89, № 8. – P. 949–958.
79. *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.* – 2003. – Vol. 89, № 9. – P. 1110–1118.
80. *Developmental patterning of the myocardium* / D. Sedmera, T. Pexieder, M. Vuillemin [et al.] // *Anat. Rec.* – 2000. – Vol. 258, № 4. – P. 319–337.
81. Dickman E. T. D. *Selective regulation of cardiomyocyte gene expression and cardiac morphogenesis by retinoic acid* / E. T. D. Dickman, S. Smith // *Dev. Dyn.* – 1996. – Vol. 206, № 5. – P. 39–48.
82. Edwin W. T. *Central control of the cardiovascular and respiratory systems and their interactions in vertebrates* / W. T. Edwin, D. Jordan, J. H. Coote // *Physiological Reviews.* – 1999. – Vol. 79, № 3. – P. 855–916.
83. Ehrman L. A. *Lack of regulation in the heart forming region of avian embryos* / L. A. Ehrman, K. E. Yutzey // *Dev. Biol.* – 1999. – Vol. 207, № 1. – P. 163–175.
84. Eisenberg L. M. *Molecular regulation of atrioventricular valvuloseptal morphogenesis* / L. M. Eisenberg, R. R. Markwald // *Circulat. Res.* – 1995. – Vol. 77, № 1. – P. 1–6.

85. Farmer C. G. Evolution of the vertebrate cardio-pulmonary system / C. G. Farmer // *Ann. Rev. Physiol.* – 1999. – Vol. 61. – P. 573–592.
86. Farrell M. J. Cell biology of cardiac development / M. J. Farrell, M. L. Kirby // *Int. Rev. Cytol.* – 2001. – Vol. 202. – P. 99–158.
87. Fate of the atrio-ventricular endocardial cushions in the developing chick heart / C. Chin, R. Gandour-Edwards, S. Olstjen [et al.] // *Pediatr. Res.* – 1992. – Vol. 32, № 10. – P. 390–393.
88. Fate of the mammalian cardiac neural crest / X. Jiang, D. H. Rowitch, P. Soriano [et al.] // *Development.* – 2000. – Vol. 127, № 8. – P. 1607–1616.
89. FishNet: an online database of zebrafish anatomy / R. J. Bryson-Richardson, S. Berger, T. F. Schilling [et al.] // *BMC Biology.* – 2007. – Vol. 5, № 34. – P. 1–8.
90. 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<sup>1</sup>, R. W. Brill, J. M. Gosline, D. R. Jones // *The Journal of Experimental Biology.* – 2003. – Vol. 206. – P. 3311–3326.
91. Formation of cartilage in the heart of the Spanish terrapin, *Mauremys leprosa* (Reptilia, Chelonia) / D. López, A. C. Durán, A. V. de Andrés [et al.] // *J. Morphol.* – 2003. – Vol. 258, № 1. – P. 97–105.
92. 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.
93. Fritsche R. Ontogeny of cardiovascular control in amphibians / R. Fritsche // *American Zoologist.* – 1997. – Vol. 37, № 1. – P. 23–30.
94. 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.

95. Ganame J. Left ventricular noncompaction, a recently recognized form of cardiomyopathy / J. Ganame, N. A. Ayres, R. H. Pignatelli // *Insuficiencia Cardiaca*. – 2006. – Vol. 1, № 3. – P. 119–124.
96. Gina L. J. G. Calcium flux in turtle ventricular myocytes / L. J. G. Gina, E. W. Taylor, H. A. Shiels // *Am. J. Physiol.* – 2006. – Vol. 291, № 6. – P. 1781–1789.
97. 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 / J. W. Grahame // *Webb Journal of Morphology*. – 2005. – Vol. 161, № 2. – P. 221–240.
98. Grainger R. M. Loss of Competence in Amphibian Induction Can Take Place in Single Nondividing Cells / R. M. Grainger, J. B. Gurdon // *National Academy of Sciences*. – 1989. – Vol. 86, № 6. – P. 1900–1904.
99. 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.
100. Harvey R. P. Patterning the vertebrate heart / R. P. Harvey // *Nat. Rev. Genet.* – 2002. – Vol. 3, № 7. – P. 544–556.
101. Heart Rate / [P. Lantelme; C. Mestre; M. Lievre at al] – *Hypertension*. 2002. – Vol. 39. – P. 1083–1087.
102. Ho E. Formation of the epicardium studied with the scanning electron microscope / E. Ho, Y. Shimada // *Dev. Biol.* – 1987. – Vol. 66, № 2. – P. 579–585.
103. Icardo J. M. Morphologic study of ventricular trabeculation in the embryonic chick heart / J. M. Icardo, T. A. Fernander // *Acta Anat.* – 1987. – Vol. 130, № 3. – P. 264–274.

104. Incidence, Evolution and Spatial Distribution of Functional Reentry During Ventricular Fibrillation in Pigs / J. M. Rogers, J. Huang, W. M. Smith, R. E. Ideker // *Circulation Research*. – 1999. – Vol. 84. – P. 945–954.
105. Ingels N. B. Myocardial fiber architecture and left ventricular function / N. B. Ingels // *Technol. Health Care*. – 1997. – Vol. 5, № 1–2. – P. 45–52.
106. James W. H. The Physiological and Evolutionary Significance of Cardiovascular Shunting Patterns in Reptiles / W. H. James // *News in Physiological Sciences*. – 2002. – Vol. 17, № 6. – P. 241–245.
107. Jenni R. Isolated ventricular non-compaction of the myocardium in adults / R. Jenni, E. N. Oechslin, B. van der Loo // *Heart*. – 2007. – Vol. 93. – P. 11–15.
108. Jayachandran C. A. The role of mathematics on human structure : By Swapan Kumar Adhikari / C. A. Jayachandran // *J. Med. Phys.* – 2007. – Vol. 32, № 2. – P. 77–78.
109. Joanne Layland. Kentish Myofilament-based relaxant effect of isoprenaline revealed during work-loop contractions in rat cardiac trabeculae / Joanne Layland, C. Jonathan // *Kentish Journal of Physiology*. – 2002. – Vol. 544, № 1. – P. 171–182.
110. Kassab G. S. Scaling laws of vascular trees: of form and function / G. S. Kassab // *Am. J. Physiol. Heart*. – 2006. – Vol. 290, № 1. – P. 894–903.
111. Kelly R. G. The anterior heart – forming field: voyage to the arterial pole of the heart / R. G. Kelly, M. E. Buckingham // *Trends Genet.* – 2002. – Vol. 18, № 4. – P. 210–216.
112. Kharin S. Activation pattern of the avian left ventricle during ventricular pacing / S. Kharin, N. Antonova, D. Shmakov // *J. Cardiol.* – 2007. – Vol. 7, № 1. – P. 95–97.
113. Kidokoro Y. Early cross-striation formation in twitching *Xenopus* myocytes in culture / Y. Kidokoro, M. Saito // *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. – 1988. – Vol. 85, № 6. – P. 1978–1982.

114. Kirby M. L. Getting to the heart of cardiac morphogenesis / M. L. Kirby // *Circ. Res.* – 2001. – Vol. 88, № 4. – P. 370–372.
115. Kolker S. J. Confocal imaging of early heart development in *Xenopus laevis* / S. J. Kolker, U. Tajchman, D. L. Weeks // *Developmental Biology.* – 2000. – Vol. 218, № 1. – P. 64–73.
116. 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.
117. 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.] // *Dev. Biol.* – 2006. – Vol. 294, № 2. – P. 366–375.
118. 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. e333–e336.
119. Leknes I. L. Morphometric analysis of myocardial cells in a teleost / I. L. Leknes // *Anat. Anz.* – 1984. – Vol. 155, № 1. – P. 169–172.
120. MacKinnon M. R. Comparative cardiac anatomy of the reptilia. IV. The coronary arterial circulation / M. R. MacKinnon, H. Heatwole // *J. Morphol.* – 1981. – Vol. 170, № 1. – P. 1–27.
121. Malashichev Y. B. Left and right in the amphibian world: which way to develop and where to turn? / Y. B. Malashichev, R. J. Wassersug // *BioEssays.* 2004. – Vol. 26, № 5. – P. 512–522.
122. Manasek F. J. Control of early embryonic heart morphogenesis: a hypothesis / F. J. Manasek // *Ciba Found. Symp.* – 1983. – Vol. 100. – P. 4–19.
123. Mann D. L. Mechanisms and models in heart failure: the biomechanical model and beyond / D. L. Mann, M. R. Bristow // *Circulation.* – 2005. – Vol. 111. – P. 2837–2849.

124. Manner J. Cardiac looping in the chick embryo: a morphological review with special reference to terminological and biomechanical aspects of the looping process / J. Manner // *Anat. Rec.* – 2000. – Vol. 259, № 3. – P. 248–262.

125. Markwald R. R. Introduction of endocardial cushion tissue formation by adhesionlike, molecular complexes derived from the myocardial basement membrane / R. R. Markwald, C. H. Mjaatvedt, E. L. Krug // *Developmental Cardiology: Morphogenesis and Function.* – 1990. – Vol. 13. – P. 133–140.

126. Markwald R. R. Formation and septation of the tubular heart: integrating the dynamics of morphology with emerging molecular concepts. In: *Living Morphogenesis of the Heart* / R. R. Markwald, T. Trusk, R. Moreno-Rodriguez // *Living Morphogenesis of the Heart.* – Boston: Birkhauser Press, 1998. – P. 42–84.

127. Martinez-Palomo A. The amphibian and reptilian hearts: impulse propagation and ultrastructure / A. Martinez-Palomo, J. Alanis // *Hearts and Heart-like Organs; Comparative Anatomy and Development*; edited by G. H. Burne. – New York: Academic, 1980. – Chapt. 6. – P. 171–197.

128. Mechanisms of left-right determination in vertebrates / J. Capdevila, K. J. Vogán, C.J. Tabin, J.C. Izpisua Belmonte // *Cell.* – 2000. – Vol. 101, № 1. – P. 9–21.

129. Mechanoelectric feedback after left ventricular infarction in rats / I. Kiseleva, A. Kamkin, K. D. Wagner [et al.] // *Cardiovasc. Res.* – 2000. – Vol. 45. – P. 370–378.

130. Mill M. R. *Surgical Anatomy of the Heart* / M. R. Mill, R. W. Benson, H. A. Robert // *Cardiac. Surgery in the Adult.* – New York: McGraw-Hill, 2003. – P. 31–52.

131. Mohun T. J. Heart formation and the heart field in amphibian embryos / T. J. Mohun, L. M. Leong // *Heart Dev.* – 1998. – Vol. 32, № 3. – P. 37–49.

132. Moorman A. F. M. Cardiac Chamber Formation: Development, Genes, and Evolution / A. F. M. Moorman, V. M. Christoffels // *Physiol. Rev.* – 2003. – Vol. 83, № 4. – P. 1223–1267.

133. Moorman A. M. Molecular anatomy of the developing heart / A. M. Moorman, W. H. Lamers // *Trends Cardiovasc. Med.* – 1994. – Vol. 4. – P. 257–264.

134. Moreno-Rodrigues R. A. Temporal and spatial asymmetries in the initial distribution of mesenchyme cells in the atrioventricular canal cushions of the developing chick heart / R. A. Moreno-Rodrigues, M. V. de la Crus, E. L. Krug // *Anat. Rec.* – 1997. – Vol. 248, № 1. – P. 84–92.

135. Morphological analysis of the fish heart ventricle: myocardial and connective tissue architecture in teleost species / D. Sánchez-Quintana, Garcia V. Martinez, V. Climent, J. M. Hurle // *Annals of Anatomy.* – 1995. – V. 177, № 3. – P. 267–274.

136. Morphogenesis during *Xenopus* gastrulation requires Wee1-mediated inhibition of cell proliferation / M. S. Murakami, S. A. Moody, I. O. Daar, D. K. Morrison // *Development.* – 2004. – Vol. 131. – P. 571–580.

137. 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.

138. Morphogenesis of the murine node and notochordal plate / K. Sulik, D. B. Dehart, T. Iangaki [et al.] // *Dev. Dyn.* – 1994. – Vol. 201, № 3. – P. 260–278.

139. Morphologic biochemical analysis of rat myocardium in ontogenesis / V. A. Kozlov, V. D. Makovetsky, V. D. Mishalov [et al.] // *Abstr. of IX European Anatom. Cong.* – Krakow, 1992. – P. 140.

140. 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.

141. Morphological studies on the heart ventricle of African catfish (*Clarias gariepinus*) / K. Simões, C. A. Vicentini, A. M. Orsi, E. A. Gregório, C. Da Cruz // *Anat. Histol. Embryol.* – 2002. – Vol. 31, № 4. – P. 247–251.

142. Morphology of the atrioventricular junction in Iguana iguana (*Reptilia-Iguanidae*) / S. R. Jurado, R. J. Franco, V. R. Morceli // *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* – 2006. – Vol. 43, № 3. – P. 420–428.

143. Morse E. D. Morphogenesis of chordae tendineae. I: Scanning electron microscopy / E. D. Morse, W. C. Hamlett, C. W. Noble // *Anat. Rec.* – 1984. – Vol. 210, № 4. – P. 629–638.

144. Myoarchitecture and vasculature of the heart ventricle in some freshwater teleosts / K. Simões, C. A. Vicentini, A. M. Orsi, C. Cruz // *J. Anat.* – 2002. – Vol. 200, № 5. – P. 467–475.

145. 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.

146. Myocardialization: a novel mechanism of cardiac septation / A. F. M. Moorman, D. Franco, W. H. Lamers, A. Wessels, R. R. Markwald // *Etiology and Morphogenesis of Congenital Heart Disease: twenty years of progress in genetics and developmental biology.* – Armonk (NY): Futura Publishing Company, 2000. – P. 131–135.

147. Myocardin is a master regulator of smooth muscle gene expression / Zhigao Wang, Da-Zhi Wang, G. C. Tegenfeldt, N. Eric // *Developmental Biology.* – 2003. – Vol. 100, № 12. – P. 7129–7134.

148. Myocardin is sufficient and necessary for cardiac gene expression in *Xenopus* / E. M. Small, A. S. Warkman, D. Z. Wang [et al.] // *Development.* – 2005. – Vol. 132, № 5. – P. 987–997.



149. Nakamura A. Fate of atrioventricular endocardial cushions in the developing chick heart / A. Nakamura, F. J. Manasek // *J. Embryol. Exp. Morphol.* 1983. – Vol. 68, № 12. – P. 244–255.

150. Nakamura A. An experimental study of the relation of cardiac jelly to the shape of the early chick embryonic heart / A. Nakamura, F. J. Manasek // *J. Embryol. Exp. Morphol.* – 1981. – Vol. 65, № 10. – P. 235–256.

151. Nascone N. An inductive role for the endoderm in *Xenopus* cardiogenesis / N. Nascone, M. Mercola // *Development.* – 1995. – Vol. 121, № 2. – P. 515–523.

152. Navigating the signalling network in mouse cardiac myocytes / G. R. Sambrano, I. Fraser, H. Han [et al.] // *Nature.* – 2002. – Vol. 420. – P. 712–714.

153. 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.

154. 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.

155. Norman H. U. Cardiac Morphology and Blood Pressure in the Adult Zebrafish / H. U. Norman, H. J. Yost, E. B. Clark // *Anat. Rec.* – 2001. – Vol. 264, № 1. – P. 1–12.

156. 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.

157. 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.

158. Parmacek M. S. Myocardin-Related Transcription Factors: Critical Coactivators Regulating Cardiovascular Development and Adaptation / M. S. Parmacek // *Circ. Res.* – 2007. – Vol. 100, № 5. – P. 633–644.

159. Quantitative study on the relation between structural and functional properties of the hearts from three different mammals / Ho-Dirk Kim, Chul Ho Kim, Bong-Jin Rah [et al.] // *The Anatomical Record.* – 1995. – Vol. 238, № 2. – P. 199–206.

160. Relating myocardial laminar architecture to shear strain and muscle fiber orientation / T. Arts, K. D. Costa, J. W. Covell, A. D. McCulloch // *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* – 2001. – Vol. 280, № 5. – P. 2222–2229.

161. Remodeling of chick embryonic ventricular myoarchitecture under experimentally changed loading conditions / D. Sedmera, T. Pexieder, V. Rychterova [et al.] // *Anat. Rec.* – 1999. – Vol. 254, № 2. – P. 238–252.

162. Retinoic acid deficiency alters second heart field formation / L. Ryckebusch, Z. Wang, N. Bertrand [et al.] // *J. Dev. Biol.* – 2008. – Vol. 105, № 8. – P. 2913–2918.

163. Richard P. H. Patterning the vertebrate heart / P. H. Richard // *Nature Reviews Genetics.* – 2002. – Vol. 3, № 7. – P. 544–556.

164. Right ventricular myocardium derives from the anterior heart field / S. Zaffran, R. G. Kelly, S. M. Meilhac [et al.] // *Circ. Res.* – 2004. – Vol. 95, № 3. – P. 261–268.

165. Risebro C. A. Formation of the ventricles / C. A. Risebro, P. R. Riley // *The Scientific World Journal.* – 2006. – Vol. 6. – P. 1862–1880.

166. Santer R. M. Morphological studies on the ventricle of teleost and elasmobranch hearts / R. M. Santer, W. M. Greer // *J. Zool.* – 1980. – Vol. 190. – P. 259–272.

167. Sequence of ventricular repolarization under body cooling in the frog / M. A. Vakšhnoratšė, A. S. Belogolova, V. A. Vitiazev [et al.] // *Ross. Fiziol. Zh. Im. I. M. Sechenova.* – 2007. – Vol. 93, № 10. – P. 1123–1131.

168. Shiels H. A. The Frank-Starling mechanism in vertebrate cardiac myocytes / H. A. Shiels, E. White // *J. Exp. Biol.* – 2008. – Vol. 211, № 13. – P. 2005–2013.

169. Sissman H. J. Developmental landmarks in cardiac morphogenesis: comparative chronology / H. J. Sissman // *Am. J. Cardiol.* – 1990. – Vol. 25, № 2. – P. 141–149.

170. Sknchez-Quintana D. Ventricular myocardial architecture in marine fishes / D. Sknchez-Quintana, J. M. Hurlli // *Anatomical Record.* – 1987. – Vol. 217, № 3. – P. 263–273.

171. 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.

172. 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.

173. Stainier D. Y. R. Cardiovascular development in the zebrafish. I. Myocardial fate map and heart tube formation / D. Y. R. Stainier, R. K. Lee, M. C. Fishman // *Development.* – 1993. – Vol. 119, № 1. – P. 31–40.

174. Stainier D. Y. R. Patterning the zebrafish heart tube: acquisition of anteroposterior polarity / D. Y. R. Stainier, M. C. Fishman // *Dev. Biol.* – 1992. – Vol. 153, № 1. – P. 91–101.

175. 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. 148–157.

176. Sumida H. Distribution of vitronectin in the embryonic chick heart during endocardial cell migration / H. Sumida, H. Nakamura, Y. Satow // *Arch. Histol. Cytol.* – 1990. – Vol. 53, № 1. – P. 81–88.

177. Surgical anatomy of the heart / M. R. Mill, B. R. Wilcox, R. H. Anderson // *Cardiac Surgery in the Adult.*; eds. L. H. Cohn, L. H. J. Edmunds. – New York: McGraw-Hill, 2003. – P. 31–52.

178. Syme D. A. Influence of muscle length on work from trabecular muscle of frog atrium and ventricle / D. A. Syme, R. K. Josephson // *The Journal of Experimental Biology.* – 1995. – Vol. 198, № 10. – P. 2221–2227.

179. Syme D. A. The efficiency of frog ventricular muscle / D. A. Syme // *Journal of Experimental Biology.* – 1994. – Vol. 197, № 1. – P. 143–164.

180. Takayama Y. Contribution of laminar myofiber architecture to load-dependent changes in mechanics of LV myocardium / Y. Takayama, K. D. Costa, J. W. Covell // *Am. J. Physiol. Heart. Circ. Physiol.* – 2002. – Vol. 51, № 4. – P. H1510–H1520.

181. 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.

182. The Morphology of Heart Development in *Xenopus laevis* / T. J. Mohun, Li M. Leong, W. J. Weninger, D. B. Sparrow // *Developmental Biology.* 2000. – Vol. 218, № 1. – P. 74–88.

183. 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.

184. 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.

185. Three-dimensional architecture of the left ventricular myocardium / P. Lunkenheimer, K. Redmann, R. H. Anderson [et al.] // *Anat. Rec. A. Discov. Mol. Cell Evol. Biol.* – 2006. – Vol. 288, № 6. – P. 565–578.

186. Trinh M. Effects of stretch on work and efficiency of frog (*Rana pipiens*) muscle / M. Trinh, D. A. Syme // *Journal of Experimental Biology.* – 2007. – Vol. 210 (Pt 16). – P. 2843–2850.

187. 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.] // *Mol. and Cell. Cardiol.* – 1984. – Vol. 16, № 10. – P. 885–895.

188. Ventricular haemodynamics in *Python molurus*: separation of pulmonary and systemic pressures / T. Wang, J. Altimiras, W. Klein, M. Axelsson // *The Journal of Experimental Biology.* – 2003. – Vol. 206, № 23. – P. 4241–4245.

189. 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, Manasek F. J. // *Circ. Res.* – 1985. – Vol. 57, № 5. – P. 759–766.

190. Victor S. Evolution of the ventricles / S. Victor, V. M. Nayak, R. Raveen // *Tex. Heart Inst. J.* – 1999. – Vol. 26, № 3. – P. 168–175.

191. Virpi Tiitu. Temperature as a modifier of fish cardiac contractility / TiituVirpi. – University of Joensuu, PhD Dissertations in Biology, 2002. – № 15. – 110 p.

192. Vuillemin M. Normal stages of cardiae organogenesis in the mouse: 1. Development of the external shape of the heart / M. Vuillemin, T. Pexieder // *Am. J. Anat.* – 1989. – Vol. 234, № 3. – P. 129–135.

193. Wagner M. Signal transduction in early heart development (I): cardiogenic induction and heart tube formation / M. Wagner, M. A. Q. Siddiqui // *Exp. Biol. Med.* – 2007. – Vol. 232, № 7. – P. 852–865.

194. Wagner M. Signal Transduction in Early Heart Development (II): Ventricular Chamber Specification, Trabeculation, and Heart Valve Formation / M. Wagner, M. A. Q. Siddiqui // *Experimental Biology and Medicine*. – 2007. – Vol. 232, № 7. – P. 866–880.

195. Wenink A. C. G. Quantitative morphology of the embryonic heart: An approach to development of the atrioventricular valves / A. C. G. Wenink // *The Anatomical Record*. – 1992. – Vol. 234, № 1. – P. 129–135.

196. Wenink A. C. G. The role of atrioventricular endocardial cushions in the septation of the heart / A. C. G. Wenink, A. C. Gittenberger-de Groot // *J. - ardiol.* – 1985. – Vol. 8, № 1. – P. 24–44.

197. Wessels A. The anatomy of the postnatal heart in mouse and human / A. Wessels, D. Sedmera // *Physiol. Genomics*. – 2003. – Vol. 15. – P. 165–175.

198. Whittaker P. Transmural Channels as a Source of Blood Flow to Ischemic Myocardium? Insights From the Reptilian Heart / P. Whittaker, R. A. Kloner // *Circulation*. – 1997. – Vol. 95, № 6. – P. 1357–1359.

199. Yelon D. Cardiac Patterning and Morphogenesis in Zebrafish / D. Yelon // *Developmental dynamics*. – 2001. – Vol. 222, № 4. – P. 552–563.


200. Zebrafish (*Danio rerio*) Genome and Genetics / R. Dahm, R. Geisler, N. Christiane [et al.] // *Encyclopedia of Molecular Cell Biology and Molecular Medicine*. – 2005. – Vol. 15. – P. 593–626.

201. Zebrafish model for human long QT syndrome / R. Arnaout, T. Ferrer, J. Huisken [et al.] // *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. – 2007. – Vol. 104, № 27. – P. 11316–11321.

## Додаток А

## Акти впровадження результатів дисертації.

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
 Проректор з наукової роботи  
 Буковинського державного  
 медичного університету  
 професор Іванчук О.І.



\_\_\_\_\_ 2008 року

## АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

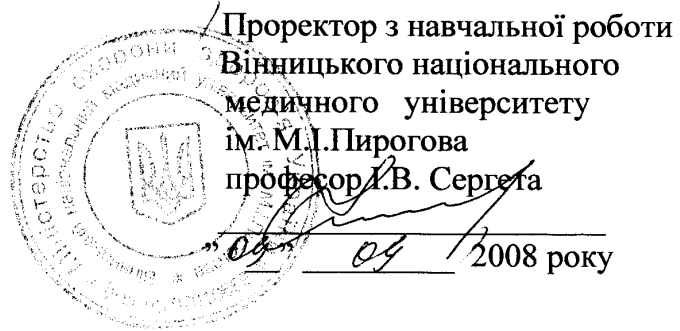
1. Пропозиція для впровадження: фрагмент роботи „Формоутворення серця в філогенезі”.
2. Установа розробника: Дніпропетровська державна медична академія, кафедра нормальної анатомії людини, викладач Назарова Дар'я Іванівна.
3. Джерело інформації: інформаційний лист за матеріалами кандидатської дисертації.
4. Базова установа, яка проводить впровадження: кафедра анатомії людини Буковинського державного медичного університету.
5. Термін впровадження: вересень – жовтень 2008 р.
6. Форма впровадження: в наукову роботу та навчальний процес кафедри анатомії людини.
7. Відповідальний за впровадження: доцент Решетілова Н.Б.

**Зав. кафедрою анатомії людини**  
**Буковинського державного медичного університету**  
**доктор медичних наук,**  
**професор**



**Б.Г. Макар**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



Проректор з навчальної роботи  
Вінницького національного  
медичного університету  
ім. М.І.Пирогова  
професор А.В. Сергета

09 / 09 / 2008 року

### АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

1. Пропозиція для впровадження: фрагмент роботи “Формоутворення серця в філогенезі”.
2. Установа розробника: Дніпропетровська державна медична академія, кафедра нормальної анатомії людини, викладач Назарова Дар’я Іванівна.
3. Джерело інформації: інформаційний лист за матеріалам кандидатської дисертації.
4. Базова установа, яка проводить впровадження: кафедра анатомії людини Вінницького національного медичного університету ім. М.І.Пирогова.
5. Термін впровадження: вересень-жовтень 2008 р.
6. Форма впровадження: в навчальний процес – в матеріали лекцій і практичних занять з нормальної анатомії, а також в наукову роботу кафедри.
7. Відповідальний за впровадження:

Завідувач кафедри  
анатомії людини  
д. мед.н., професор

Ю.Й.Гумінський



## «ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з навчальної роботи  
Запорізького державного  
медичного університету  
д.мед.н., професор  
Тупацький Г.

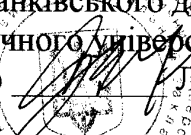
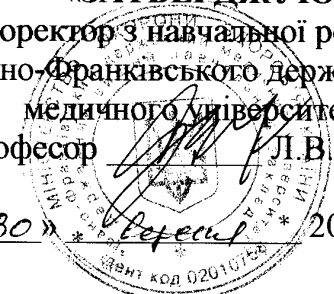


## АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

1. Пропозиція для впровадження: фрагмент роботи “Формоутворення серця в філогенезі”.
2. Установа розробника: Дніпропетровська державна медична академія, кафедра нормальної анатомії людини, викладач Назарова Дар’я Іванівна.
3. Джерело інформації: інформаційний лист за матеріалам кандидатської дисертації.
4. Базова установа, яка проводить впровадження: кафедра анатомії людини Запорізького державного медичного університету.
5. Термін впровадження: вересень-жовтень 2008 р.
6. Форма впровадження: в навчальний процес – в матеріали лекцій і практичних занять з нормальної анатомії, а також в наукову роботу кафедри.
7. Відповідальний за впровадження:

Завідувач кафедри  
анатомії людини  
д. мед.н., професор

М.А. Волошин.

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**  
 Проректор з навчальної роботи  
 Івано-Франківського державного  
 медичного університету  
 професор  Л.В. Глушко  
 « 30 »  вересень 2008 року

### АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

1. **Пропозиція для впровадження:** фрагмент роботи "Формоутворення серця в філогенезі".
2. **Установа розробника:** Дніпропетровська державна медична академія, кафедра нормальної анатомії людини, викладач Назарова Дар'я Іванівна.
3. **Джерело інформації:** інформаційний лист по матеріалам кандидатської дисертації.
4. **Базова установа, яка проводить впровадження:** кафедра нормальної анатомії Івано-Франківського медичного університету.
5. **Термін впровадження:** вересень-жовтень 2008 р.
6. **Форма впровадження:** в навчальний процес — в матеріали лекцій і практичних занять з нормальної анатомії, а також в наукову роботу кафедри.
7. **Відповідальний за впровадження:**

Зав. кафедрою  
 нормальної анатомії  
 професор



Левицький В.А.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з навчальної роботи  
Луганського державного  
медичного університету

” 12 ” \_\_\_\_\_ 2008 року

### АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

1. Пропозиція для впровадження: фрагмент роботи “Формоутворення серця в філогенезі”.
2. Установа розробника: Дніпропетровська державна медична академія, кафедра нормальної анатомії людини, викладач Назарова Дар’я Іванівна.
3. Джерело інформації: інформаційний лист за матеріалам кандидатської дисертації.
4. Базова установа, яка проводить впровадження: кафедра анатомії людини Луганського державного медичного університету.
5. Термін впровадження: вересень-жовтень 2008 р.
6. Форма впровадження: в навчальний процес – в матеріали лекцій і практичних занять з нормальної анатомії, а також в наукову роботу кафедри.
7. Відповідальний за впровадження:

Завідувач кафедри  
анатомії людини  
д. мед.н., професор



В.Г. Ковешніков

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Професор з навчальної роботи  
Кримського державного медичного  
Університету ім.С.І.Георгієвського  
д.мед.н. професор  
Кубишкін А.В.

” 20 ” 11 / 2008 року

**АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ**

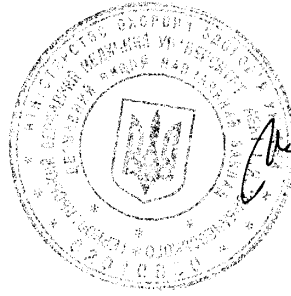
1. Пропозиція для впровадження: фрагмент роботи “Формоутворення серця в філогенезі”.
2. Установа розробника: Дніпропетровська державна медична академія, кафедра нормальної анатомії людини, викладач Назарова Дар’я Іванівна.
3. Джерело інформації: інформаційний лист за матеріалам кандидатської дисертації.
4. Базова установа, яка проводить впровадження: кафедра нормальної анатомії людини Кримського державного медичного університету ім.С.І.Георгієвського.
5. Термін впровадження: вересень-жовтень 2008 р.
6. Форма впровадження: в навчальний процес – в матеріали лекцій і практичних занять з нормальної анатомії, а також в наукову роботу кафедри.
7. Відповідальний за впровадження:

Завідувач кафедри  
нормальної анатомії людини,  
д.мед.н., професор



В.С.Пикалюк

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Проректор з наукової роботи  
Тернопільського державного  
медичного університету  
імені І.Я.Горбачевського  
професор М.І.Швед



«22» вересня 2008 р.

### АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

1. Пропозиція для впровадження: фрагмент роботи “Формоутворення серця в філогенезі”.
2. Установа розробника: Дніпропетровська державна медична академія, кафедра нормальної анатомії людини, викладач Назарова Дар’я Іванівна.
3. Джерело інформації: інформаційний лист за матеріалами кандидатської дисертації.
4. Базова установа, що проводить впровадження: кафедра анатомії людини Тернопільського державного медичного університету імені І.Я.Горбачевського.
5. Термін впровадження: вересень-жовтень 2008 р.
6. Форма впровадження: в навчальний процес – в матеріали лекцій і практичних занять з анатомії людини, а також в наукову роботу кафедри.
7. Відповідальний за впровадження:

Завідувач кафедри  
анатомії людини  
д.м.н.професор

Герасимюк І.Є.

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Проректор з навчальної роботи  
Львівського національного  
медичного університету  
ім. Данила Галицького

” 25” \_\_\_\_\_ к.і. 2008 року

**АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ**

1. Пропозиція для впровадження: фрагмент роботи “Формоутворення серця в філогенезі”.
2. Установа розробника: Дніпропетровська державна медична академія, кафедра нормальної анатомії людини, викладач Назарова Дар’я Іванівна.
3. Джерело інформації: інформаційний лист за матеріалам кандидатської дисертації.
4. Базова установа, яка проводить впровадження: кафедра анатомії людини Львівського національного медичного університету ім. Данила Галицького.
5. Термін впровадження: вересень-жовтень 2008 р.
6. Форма впровадження: в навчальний процес – в матеріали лекцій і практичних занять з нормальної анатомії, а також в наукову роботу кафедри.
7. Відповідальний за впровадження:

Завідувач кафедри  
нормальної анатомії  
к.мед.н., доцент



Ю.Я. Кривко

ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор

Сумського державного університету



2008 року

### АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

1. Пропозиція для впровадження: "Формоутворення серця в філогенезі".
2. Установа-розробник: Дніпропетровська державна медична академія, кафедра нормальної анатомії людини
3. Автор: Викладач Назарова Дар'я Іванівна.
4. Джерело інформації: інформаційний лист за матеріалами кандидатської дисертації.
5. Базова установа, яка проводить впровадження: Сумський державний університет, медичний інститут.
6. Термін впровадження: вересень - жовтень 2008 року.
7. Форма впровадження: у навчальний процес і наукову роботу кафедри.

Відповідальний за впровадження:

Завідувач кафедри

анатомії людини СумДУ

доктор мед. наук, професор

В.З.Сікора





«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
 Проректор з наукової роботи  
 Тернопільського державного  
 медичного університету  
 ім. І.Я. Горбачевського



2008 року

### АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

1. Пропозиція для впровадження: фрагмент роботи “Формоутворення серця в філогенезі”.
2. Установа розробника: Дніпропетровська державна медична академія, кафедра нормальної анатомії людини, викладач Назарова Дар'я Іванівна.
3. Джерело інформації: інформаційний лист за матеріалам кандидатської дисертації.
4. Базова установа, яка проводить впровадження: кафедра гістології, цитології та ембріології Тернопільської державної медичної університету ім. І.Я. Горбачевського.
5. Термін впровадження: вересень-жовтень 2008 р.
6. Форма впровадження: в навчальний процес – в матеріали лекцій і практичних занять з нормальної анатомії, а також в наукову роботу кафедри.
7. Відповідальний за впровадження:

Завідувач кафедри  
 гістології, цитології та  
 ембріології  
 д.біол.н., професор



К.С.Волков.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з навчальної роботи

Вінницького національного

медичного університету

ім. М.І. Пирогова

професор Ю.Й. Гумінський




« 15 » \_\_\_\_\_ 2008 року

### АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

1. Пропозиція для впровадження: фрагмент роботи «Формоутворення серця в філогенезі».
2. Установа розробника: Дніпропетровська державна медична академія, кафедра нормальної анатомії людини, викладач Назарова Дар'я Іванівна.
3. Джерело інформації: інформаційний лист за матеріалом кандидатської дисертації.
4. Базова установа, яка проводить впровадження: кафедра медичної біології Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова.
5. Термін впровадження: вересень-жовтень 2008р.
6. Форма впровадження: в навчальний процес – матеріали лекцій і практичних занять з філогенезу органів і систем, а також в наукову роботу кафедри.
7. Відповідальний за впровадження:

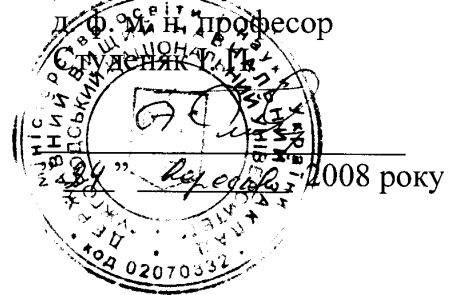
Заслужений працівник освіти України,  
лауреат Державної премії в галузі  
науки і техніки, завідуюча кафедрою  
медичної біології Вінницького національного  
медичного університету ім. М.І.Пирогова,  
доктор біологічних наук, професор

 Піскун Р.П.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи  
Ужгородського національного  
університету

Д. Ф. М. Н. професор



2008 року

## АКТ ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ

1. Пропозиція для впровадження: фрагмент роботи “Формоутворення серця в філогенезі”.
2. Установа розробника: Дніпропетровська державна медична академія, кафедра нормальної анатомії людини, викладач Назарова Дар'я Іванівна.
3. Джерело інформації: інформаційний лист по матеріалам кандидатської дисертації.
4. Базова установа, яка проводить впровадження: кафедра анатомії людини та гістології медичного факультету Ужгородського національного університету.
5. Термін впровадження: вересень-жовтень 2008 р.
6. Форма впровадження: в навчальний процес – в матеріали лекцій і практичних занять з нормальної анатомії, а також в наукову роботу кафедри.
7. Відповідальний за впровадження:

Зав. кафедри анатомії людини та гістології медичного факультету Ужгородського національного університету, доктор мед. наук, професор

А. С. Головацький

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Проректор з наукової роботи  
Дніпропетровського державного  
аграрного університету  
проф. Макаренко П.М.



02 2009 року

### **АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ**

1. **Пропозиція для впровадження:** фрагмент роботи “Формоутворення серця в філогенезі”.
2. **Установа розробника:** Дніпропетровська державна медична академія, кафедра нормальної анатомії людини, викладач Назарова Дар'я Іванівна.
3. **Джерело інформації:** інформаційний лист за матеріалами кандидатської дисертації.
4. **Базова установа, яка проводить впровадження:** кафедра нормальної та патологічної анатомії сільськогосподарських тварин, факультет ветеринарної медицини Дніпропетровського державного аграрного університету.
5. **Термін впровадження:** січень – лютий 2009 р.
6. **Форма впровадження:** в навчальний процес – в матеріали лекцій і практичних занять з нормальної та патологічної анатомії сільськогосподарських тварин, а також в наукову роботу кафедри.
7. **Відповідальний за впровадження:**

**Зав. кафедрою**  
**нормальної та патологічної анатомії**  
**сільськогосподарських тварин**  
**професор, д. вет. наук**

*Jab*

**П.М. Гаврилін**