

## ФІЗІОЛОГІЯ, ПАТОЛОГІЧНА ФІЗІОЛОГІЯ І МОРФОЛОГІЯ

УДК 619:636.1:591.424

### Особливості морфоархітекtonіки легень статевозрілого коня (*Equus Ferus caballus L.*, 1758)

Горальський Л.П.<sup>1</sup> , Глухова Н.М.<sup>2</sup> , Сокульський І.М.<sup>2</sup> , Колеснік Н.Л.<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Житомирський державний університет імені Івана Франка

<sup>2</sup> Поліський національний університет

 Кореспондентний автор Горальський Л.П. goralsky@ukr.net



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

Horalskyi L., Hlukhova N., Sokulskyi I., Kolesnik N. Peculiarities of morphoarchitectonics of the lungs of a sexually mature horse (*Equus Ferus caballus L.*, 1758). *Nauk. visn. vet. med.*, 2022. № 2. PP. 76–88.

Рукопис отримано: 12.12.2022 р.

Прийнято: 21.12.2022 р.

Затверджено до друку: 27.12.2022 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2022-176-2-76-88

Дихальна система є однією з найважливіших, яка здійснює газообмін організму між повітрям та кров'ю, у результаті чого в організм надходить Оксиген та виводиться з нього вуглекислий газ у навколишнє середовище.

Останніми роками, у переліку захворювань різноманітної етіології, спостерігається різке збільшення кількості захворювань, пов'язаних з органами дихання. Слід зазначити, що ефективне лікування цих патологій неможливе без знання породних і видових особливостей анатомії та гістології органів дихання, морфофункціональні параметри яких слід враховувати за проведення діагностичних та профілактичних заходів щодо попередження захворювань тварин, а також за надання їм лікувальної допомоги. Тому за планування досліджень органів дихання, до складу яких відносять легені, слід враховувати їх топографо-анатомічні видові особливості у свійських тварин, структурно-функціональні особливості мікроскопічної будови тощо.

Виконана морфологічна робота є фрагментом до науково-дослідної тематики кафедри нормальної та патологічної морфології, гігієни та експертизи, Поліського національного університету: «Розвиток, морфологія та гістохімія органів тварин у нормі та при патології» (номер державної реєстрації – № 0113V000900).

Публікація присвячена дослідженню морфофункціональних особливостей легень статевозрілого коня (*Equus Ferus caballus L.*, 1758). Методом анатомічного препарування, макроскопічними, гістологічними, морфометричними та статистичними методами досліджень з'ясовано макро- та мікроскопічну будову легень, визначено їх належність до певного анатомічного типу. В результаті проведених досліджень встановлено часточкову будову легень, проведено морфометричну оцінку їх морфологічних структур, коефіцієнт асиметрії тощо.

Для дослідження морфології клітини, проведення морфометричних досліджень та для отримання оглядових гістологічних препаратів застосовували фарбування гістозрізів гематоксиліном і еозином. Під час проведення морфологічних досліджень дотримувалися основних правил належної лабораторної практики GLP (1981), положень “Загальних етичних принципів експериментів на тваринах”, ухвалених I Національним конгресом з біоетики (м. Київ, 2001 р.) та вимог до “Правил проведення робіт з використанням експериментальних тварин”, затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я № 281 від 1 листопада 2000 р. “Про заходи щодо подальшого удосконалення організаційних форм роботи з використанням експериментальних тварин”.

Морфологічно досліджено, що макро- та мікроморфологія легень у статевозрілого коня має певні характерні морфологічні особливості, відповідно до класу, віку та виду тварин. Зокрема, науковими дослідженнями встановлено наявність індивідуальних морфологічних особливостей у часточковій будові легень. У лівій легені

коней є лише дві частки: краніальна та каудальна, у правій легені три частки: краніальна, каудальна та додаткова.

Гістологічна будова ацинусів, сформована альвеолярними ходами, альвеолярними мішечками та альвеолами. За результатами морфологічних досліджень, альвеолярне дерево у коней представлене укороченим типом, широке та має пухирчасту форму. Морфометричними дослідженнями встановлено, що середній об'єм легневих альвеол у клінічно здорових коней становить  $699,8 \pm 106,42$  тис.  $\mu\text{м}^3$ . Респіраторна частина легень у коней займає  $54,8 \pm 7,4$  % від загальної площі паренхіми легень, сполучнотканинна основа –  $45,2 \pm 7,4$  %.

**Ключові слова:** анатомія, свійські тварини, органи дихання, газообмін, морфометрія, морфотопографія, легневі часточки, абсолютна маса, гістоструктура легень, бронхіальне дерево, респіраторні бронхіоли, асиметрія легень.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Клінічна анатомія тварини та людини, як фундаментальна дисципліна, поєднує дані суміжних, споріднених дисциплін: цитології, гістології, ембріології, фізіології тощо. Ця дисципліна досліджує будову організму тварини і людини, як об'єкт спадковості, що змінюється під впливом різноманітних чинників навколишнього середовища [1, 2]. Тому дослідження динаміки морфогенезу різних органів та їх систем організму за дії різних чинників довкілля, становить науковий інтерес для морфологічних досліджень. Водночас для правильної інтерпретації результатів досліджень важливо знати особливості макро- та мікроскопічної будови органа у порівняльному аспекті [3].

У системі органів дихання людини і тварин, як і загалом в органічній природі, проявляється морфофункціональна закономірність безперервної єдності та взаємозумовленості анатомічної структури і функції [4, 5]. Це пов'язано з тим, що існує чітко виражений зв'язок між морфологічною структурою органів дихання та іншими системами організму [6].

Органи дихання в організмі людини та тварин виконують надзвичайно важливі функції, основною з яких є легневе дихання [7, 8]. У ссавців газообмін відбувається у легенях, через скорочення м'язів-вдихачів та видихачів, які по черзі розширюють та звужують грудну клітину, а разом із нею й легені. Це забезпечує надходження повітря (Оксиген) в організм через повітроносні шляхи в легені (вдих) та його (вуглекислий газ) зворотне виведення (видих) з організму у навколишнє середовище.

Легені являють собою м'яку компактну, паренхіматозну тканину, що лежать в плевральній порожнині в межах грудної клітини. Легені у ссавців, здебільшого, утворені легневими частками [9], що зумовлено необхідністю їх розтягування у різних напрямках [10]. Ступінь морфофункціональної складності організації легень у тварин різний: вона простіша у

нижчих наземних хребетних і ускладнюється в міру підвищення загальної організації тварин.

Легені, на думку багатьох науковців, належать до імунокомпетентних органів [11–13]. Зокрема, у захисті легень від пошкоджень, а також в патогенезі багатьох захворювань органів дихання, головне значення має легневий відділ системи мононуклеарних фагоцитів [14, 15]. Від стану клітинного компоненту, мобілізаційної здатності, функціональних резервів значною мірою залежить резистентність легневої тканини до інфекцій, екзогенних та ендогенних токсинів [16, 17].

Незважаючи на профілактичні заходи у тваринництві, останнім часом спостерігається тенденція до збільшення захворювань органів дихання, серед яких трапляється патологія легень. Оперативне лікування та профілактика цих захворювань неможливі без знання особливостей клінічної анатомії, топографії та гістологічної структури цих органів у видовому аспекті.

**Мета дослідження.** Дослідити макро-, мікроскопічну будову легень та провести морфометричну оцінку їх морфологічних структур у статевозрілих коней.

**Матеріал і методи дослідження.** Об'єктом дослідження були легені фізіологічно зрілих коней ( $n=5$ ). Морфологічні дослідження виконували відповідно до основних етичних принципів у сфері біоетики [18, 19]. Представлена наукова робота є фрагментом комплексних досліджень кафедри нормальної та патологічної морфології, гігієни та експертизи Поліського національного університету на тему: «Розвиток, морфологія та гістохімія органів тварин у нормі та при патології» (номер державної реєстрації – № 0113V000900).

У роботі застосовували макро- та мікроскопічні, морфометричні та статистичні методи досліджень.

Анатомічному препаруванню піддавали свіжі легені досліджуваних тварин. Після розтину визначали форму легень, розташування їх

у грудній порожнині, розміри, коефіцієнт асиметрії за масою тощо.

Для проведення гістологічних досліджень застосовували загальноприйняті методи фіксації та виготовлення гістозрізів. Зокрема, шматочки матеріалу (фрагменти часток легень коня) фіксували у 12 % охолодженому розчині нейтрального формаліну впродовж 48 год, з подальшим промиванням матеріалу проточною водою і зневодненням у спиртах зростаючої концентрації та заливкою його у парафін за схемами, запропонованими у посібнику (Horalskyi et al., 2019) [20]. Парафінові зрізи виготовляли на санному мікромомі MC-2, їх товщина не перевищувала 10–12 мкм.

Для дослідження морфології клітин і тканин, гістозрізи, після їх депарафінації фарбували гематоксиліном (Diapath, Італія, 2020) та еозином (Leica Geosystems, Німеччина, 2020). Зафарбовані гістозрізи використовували для отримання оглядових препаратів та проведення гістометричних досліджень.

Гістологічну структуру легень досліджували на гістологічних зрізах. За допомогою мікроскопа та програмного забезпечення проводили гістометричні дослідження структурних елементів легеневої тканини: визначення респіраторної частини та сполучнотканинної основи легень (на одиниці площі 5,0 мм<sup>2</sup>), середнього об'єму альвеол – за світлової мікроскопії за допомогою мікроскопів “Micros” (Австрія, 2012). Фотографування гістологічних зрізів здійснювали відеокамерою CAM V–200 (Інтер Мед, КНР, 2017), вмонтованою у мікроскоп із системою виводу зображення з гістологічними зрізами на екран монітору.

Анатомічні та гістологічні терміни структурних частин легень подано згідно з Міжнародною ветеринарною гістологічною номенклатурою (Термінологічний словник) (2019) та Міжнародною ветеринарною анатомічною номенклатурою (2012).

Математичну обробку результатів досліджень проведено статистично з використанням програмного пакету Statistica 7.0 програмного забезпечення (StatSoft, Талса, США). Вірогідність отриманих результатів визначали за Ст'юдентом із урахуванням критеріїв значимості. Різницю між двома величинами вважали достовірною за  $p \leq 0,05$ ; 0,01; 0,001.

**Результати дослідження.** Легені статевозрілого коня, як і в інших свійських тварин, у природному стані разом із серцем та іншими органами грудної порожнини (частиною тимусу, лімфатичними вузлами, аортою, стравоходом тощо) загалом за своєю будовою та формою відображають форму грудної порожнини.

Вони мають блідо-рожевий колір та згідно з морфотопографією відносно тіла тварин, поділяються на ліву і праву. На легенях чітко диференціюються дорсальний та вентральний краї: дорсальний край тупий та прилягає до хребта; вентральний край гострий та направлений вентрально. На легенях чітко облямовані їх поверхні – реберна (латеральна) і діафрагмальна: реберна – прилягає до ребер, діафрагмальна – до діафрагми та направлена каудально.

Між краніальною та каудальною частками правої і лівої легень знаходяться міжчасточкові поверхні, а між правою і лівою легенями – середостінні поверхні, які прилягають до середостіння у кожній легені з медіальної сторони. На цій же поверхні є втиснення від аорти, стравоходу та порожньої вени.

На медіальній поверхні кожної легені є ворота легень, куди потрапляє у легені головний бронх, артерія, нерви та виходить із легень вена. Саме ці морфологічні структури (головний бронх, артерія, нерви та вена) формують коріння легень (рис. 1).

Кожна легеня у більшості тварин класу Ссавці ділиться на три частки: краніальну, середню та каудальну. Водночас права легеня має ще додаткову частку [21, 22]. За результатами наших досліджень, характерною особливістю легень у коней є те, що міжчасточкова серцева вирізка поділяє праву та ліву легені лише на дві частки – краніальну (значно меншу) та каудальну (велику), які розділені між собою (рис. 2). На правій легені коня з медіальної сторони є ще додаткова частка (рис. 1).

За даними результатів органометрії, загальна довжина легень у статевозрілих коней дорівнює  $61,5 \pm 6,32$ , ширина  $48,44 \pm 4,14$ , товщина –  $9,6 \pm 1,1$  см, відповідно правої легені такі показники становлять  $61,84 \pm 6,39$ ;  $23,9 \pm 1,42$  та  $9,64 \pm 1,48$  см, лівої легені –  $60,35 \pm 6,96$ ;  $23,51 \pm 1,44$  та  $9,1 \pm 1,37$  см. Індекс розвитку легень у коней дорівнює  $127 \pm 2,74$ , тому легені належать до помірно-видовженого типу.

Абсолютна маса легень статевозрілих коней становить  $3318,1 \pm 364,4$  г, відносна маса –  $0,60 \pm 0,052$  %. Абсолютна маса лівої легені становить  $1506,2 \pm 60,48$  г, правої –  $1811,9 \pm 72,92$  г, відповідно коефіцієнт асиметрії лівої легені до правої у коней дорівнює 1:1,2.

При цьому АМ краніальної частки лівої легені у коней становить  $197,43 \pm 19,24$  г, такий показник у правій легені відповідно дорівнює  $214,02 \pm 24,04$  г. Найбільшу абсолютну масу мають каудальні частки легень: у лівій легені такий показник в середньому дорівнює  $1308,66 \pm 98,75$  г, у правій легені –  $1423,8 \pm 102,71$  г відповідно. Найменшою є АМ додаткової



частки правої легені, яка відповідно у коней становить  $174,2 \pm 16,02$  г.

Відносна маса краніальної частки лівої легені у коней, до АМ обох легень в середньому становить  $5,95 \pm 0,51\%$ , відповідно правої легені –  $6,45 \pm 0,62\%$ .

Відносна маса каудальної частки лівої легені до обох легень у коней, в середньому дорівнює  $39,44 \pm 3,57\%$ , у правої легені такий показник становить  $42,91 \pm 4,06\%$ . Відповідно ВМ додаткової частки правої легені, до АМ легень, дорівнює  $5,25 \pm 0,68\%$ .

Легені коней сформовані розгалуженнями бронхів різного калібру, що формують бронхіальне дерево, та розгалуженнями гістоструктури респіраторного відділу, що формують альвеолярне дерево.

Галуження бронхів бронхіального дерева легень у коней відбувається по магістральному типу. У кожній легені головні бронхи, в основі тупих їх країв, поділяються на великі, середні, потім на малі, термінальні бронхіоли, формуючи бронхіальне дерево (рис. 3). На початковому етапі формування бронхіального дерева, трахея коней формує досить велику біфуркацію, де галузиться на два головних бронхи, які відразу (у місці біфуркації трахеї) у кожній легені, формують власну біфуркацію, та поділяються на два великих бронхи – краніальний та каудальний.

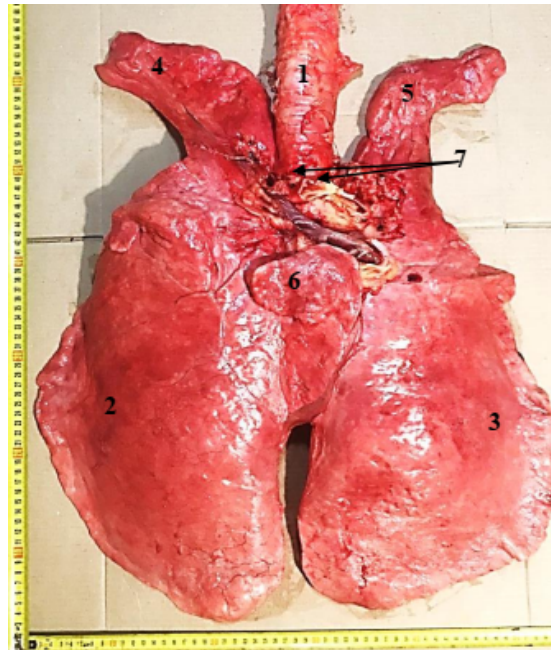


Рис. 1. Макропрепарат легені статевозрілого коня (середостінна поверхня): 1 – трахея; 2 – права легеня; 3 – ліва легеня; 4 – права краніальна частка; 5 – ліва краніальна частка; 6 – додаткова частка; 7 – коріння легень.

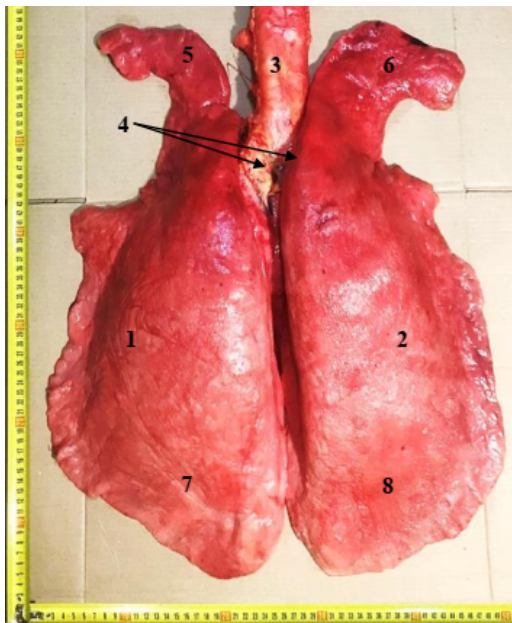


Рис. 2. Макропрепарат легені статевозрілого коня (реберна поверхня): 1 – ліва легеня; 2 – права легеня; 3 – трахея; 4 – біфуркація трахеї; 5 – ліва краніальна частка; 6 – права краніальна частка; 7 – ліва каудальна частка; 8 – права каудальна частка.

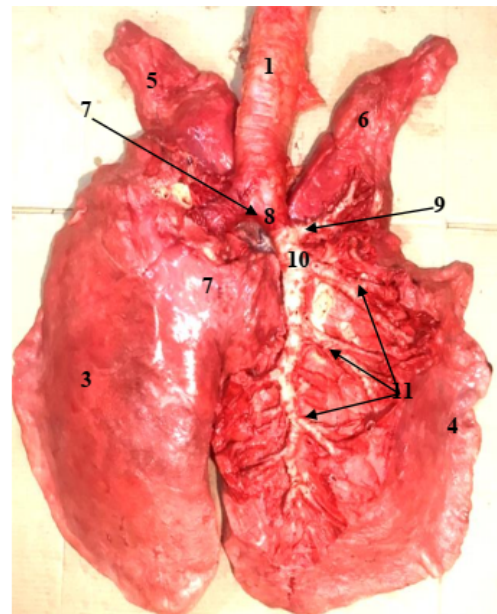


Рис. 3. Макропрепарат легені статевозрілого коня (середостінна поверхня): 1 – трахея; 2 – біфуркація трахеї; 3 – ліва легеня; 4 – права легеня; 5 – ліва краніальна частка; 6 – права краніальна частка; 7 – додаткова частка; 8 – головний бронх; 9 – краніальний бронх; 10 – каудальний бронх; 11 – гілки каудального бронха.

Головний бронх, який прямує у краніальну частку, через певний проміжок ділиться на дві гілки, які розгалужуючись, дають початок сегментарним бронхам, різного розміру (рис. 3). Головні бронхи, які прямують у каудальні частки легень, у паренхімі кожної легені галузяться на чотири дорсальних та чотири вентральних гілки. Найменші за розміром внутрішньочасточкові бронхи галузяться у легеневі часточки, де поділяються на термінальні бронхіоли, що діляться на респіраторні бронхіоли, альвеолярні ходи, потім альвеолярні мішечки, формуючи альвеолярне дерево.

Мікроскопічно легені коня утворені розгалуженнями бронхів, строюмою легень та розгалуженнями респіраторного відділу легень, які формують альвеолярне дерево (рис. 4).

Основою легень коней є пірамідальної або конусоподібної форми частки, які формують строюмою легень. Частиною будови часток є ацинуси, що покриті тонким шаром сполучної тканини. Мікроскопічна будова ацинусів сформована альвеолярними ходами, альвеолярними мішечками та альвеолами (рис. 5).

За морфологічною будовою, бронхи у своєму складі мають три оболонки – слизову, волокнисто-хрящову та адвентицію. Головні бронхи легень мають найбільший діаметр. Порівняно із середніми та малими бронхами, їх оболонки чітко виражені і мають подібну мікроскопічну будову як оболонка у трахеї.

Слизова оболонка головних бронхів сформована епітеліальною, власною, м'язовою пластинками та підслизистою основою (рис. 6). Мікроскопічна будова епітеліальної пластинки представлена одношаровим багаторядним миготливим епітелієм, епітеліоцити яких знаходяться на її базальній мембрані. У слизовій оболонці власної пластинки, яка утворена переважно пухкою волокнистою сполучною тканиною, у вигляді скупчень виявляється лімфоїдна тканина (рис. 6). М'язова пластинка слизової оболонки представлена пучками гладких м'язових клітин, які утворюють циркулярний та поздовжній шари, завдяки чому м'язова пластинка оболонки таких бронхів не формує внутрішніх складок, які є у великих, середніх та малих бронхах (рис. 6). Підслизова основа таких бронхів утворена пухкою сполучною тканиною, де знаходяться кінцеві відділи бронхіальних залоз. Проте, порівняно з іншими видами дослідних тварин, бронхіальні залози виявляються там у незначній кількості. У підслизовій оболонці знаходяться і колагенові волокна.

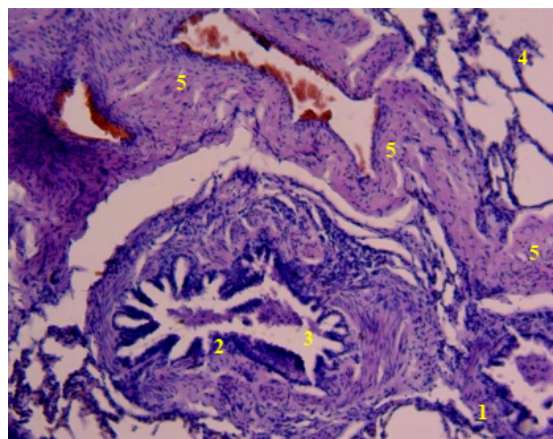


Рис. 4. Фрагмент гістологічної будови легень статево-зрілого коня: 1 – респіраторна частина; 2 – малий бронх; 3 – просвіт бронха; 4 – альвеоли; 5 – сполучнотканинна строма. Гематоксилін та еозин. х 280.

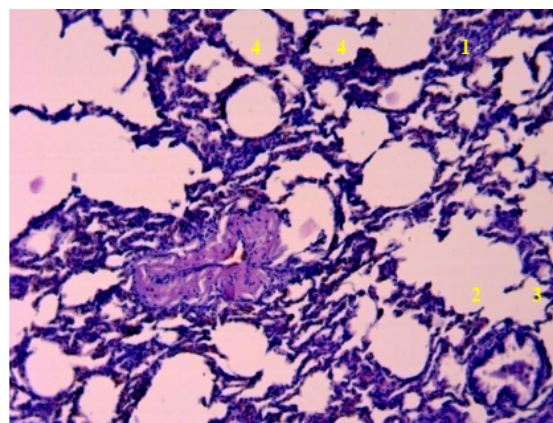


Рис. 5. Фрагмент мікроскопічної будови легень коня: 1 – респіраторна частина; 2 – альвеолярний хід; 3 – альвеолярний мішечок; 4 – альвеоли. Гематоксилін та еозин. х 280.

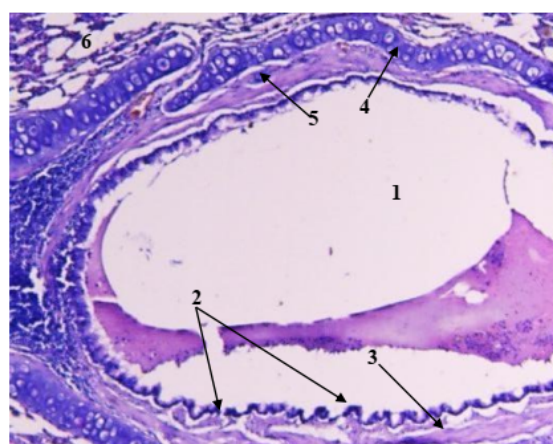


Рис. 6. Фрагмент мікроскопічної будови головного бронха легень коня: 1 – просвіт бронха; 2 – епітеліальна пластинка; 3 – м'язова пластинка; 4 – волокнисто-хрящова оболонка; 5 – лімфоїдна тканина; 6 – альвеоли. Гематоксилін та еозин. х 280.



Мікроскопічна будова волокнисто-хрящової оболонки головних бронхів має певні особливості (їх хрящова тканина є суцільною, у вигляді кілець, по усьому периметру волокнисто-хрящової оболонки) (рис. 6).

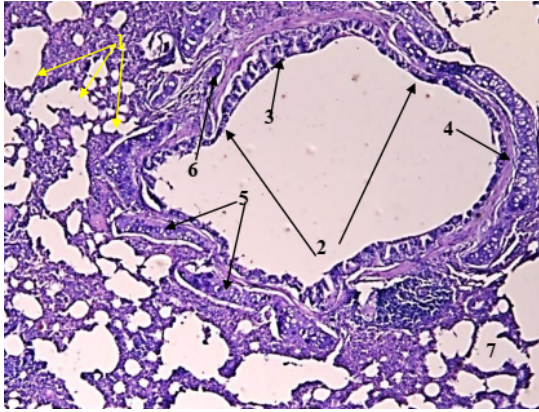


Рис. 7. Фрагмент мікроскопічної будови легень коня: 1 – респіраторна частина; 2 – великий бронх; 3 – епітеліальна пластинка; 4 – м’язова пластинка; 5 – хрящові пластинки; 6 – лімфійна тканина; 7 – альвеоли. Гематоксилін та еозин. х 280.

Стінка великих бронхів має подібну будову до стінки як у головних бронхів. Проте кільця хрящів волокнисто-хрящової оболонки не мають суцільної будови, а сформовані окремими та великими за розміром, хрящовими пластинками (рис. 7).

Слизова оболонка стінки середніх бронхів покрита одношаровим багаторядним респіраторним епітелієм, а м’язова пластинка слизової оболонки формує чітко виражені складки. Волокнисто-хрящова оболонка середніх бронхів містить лише окремі хрящові острівці невеликих розмірів, які утворені гіаліною хрящовою тканиною.

Стінка легень малих бронхів сформована лише слизовою оболонкою та адвентицією. М’язова пластинка таких бронхів чітко виражена, завдяки чому внутрішня стінка слизової оболонки формує виражені складки. Крім того, хрящові острівці у стінках малих бронхів відсутні.

Термінальні бронхіоли паренхіми легень утворені тоненькою, подібною до малих бронхів, стінкою, а її м’язова пластинка, сформована гладкими міоцитами, які знаходяться у вигляді сітки, вже не утворює складок.

Мікроскопічна будова респіраторної частини легень коней представлена альвеолярним деревом (респіраторні бронхіоли, альвеолярні ходи, альвеолярні мішечки), у стінках яких знаходяться альвеоли. Такі гістоструктури формують структурно-функціональну одиницю легень – легеневий ацинус. Альвеоли у вигляді пухирців поєднуються між собою міжальвеолярними перетинками, які утворені ніжними прошарками пухкої сполучної тканини, у складі якої виявляються численні еластичні волокна. Внутрішня стінка альвеол побудована з альвеоцитів, що знаходяться на базальній мембрані. Альвеоли легень мають різні розміри – малі, середні та великі.

На основі морфологічних досліджень, середній об’єм легневих альвеол у клінічно здорових коней становить  $699,8 \pm 106,42$  тис.  $\mu\text{m}^3$ . Дихальна (респіраторна) частина легень у коней займає  $54,8 \pm 7,4\%$  від загальної площі паренхіми легень, сполучнотканинна основа –  $45,2 \pm 7,4\%$  (рис. 8).

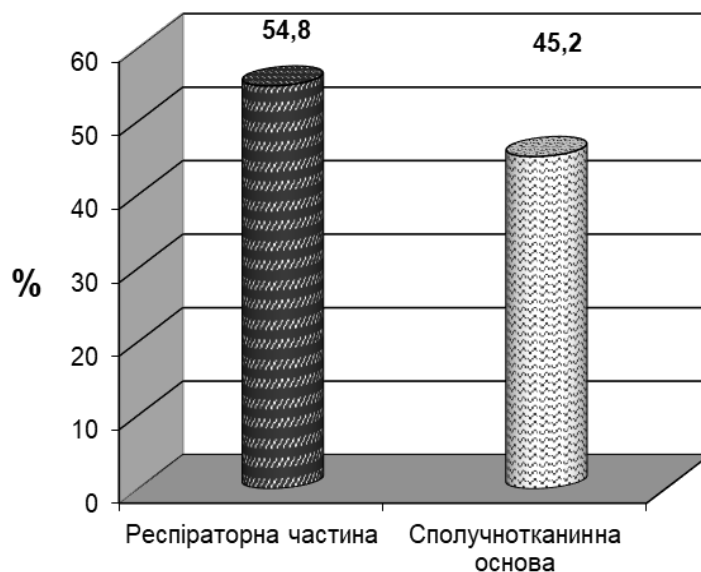


Рис. 8. Гістометричні показники легень статевозрілих коней.

За результатами дослідження, альвеолярне дерево у коней укорочене, широке і має пухирчасту форму. Альвеолярні бронхіоли погано диференційовані. У зв'язку з розширенням, альвеолярні мішечки широкі зі згладженими альвеолами.

**Обговорення.** Розвиток та дослідження органів дихання є важливим і актуальним серед об'єктів морфологічних досліджень, що визначає ряд нових завдань у вивченні морфофункціональної характеристики органів дихання у видовому аспекті [23]. Одним із таких органів, які входять до апарату дихання є легені, які виконують в організмі важливі функції [24–26].

На сьогодні, за аналізу літературних джерел, більшість досліджень стосуються вивчення фізіологічних параметрів органів дихання, а саме легень. Згідно з літературними джерелами, щодо морфологічних досліджень органів дихання, було виявлено спірні питання, які потребують уточнення, особливо щодо морфологічних особливостей легень у порівняльно-видовому аспекті. Тому, проведені дослідження дадуть можливість більш детально з'ясувати взаємозв'язок структурних елементів легень на органному, тканинному та клітинному рівнях, що є важливим та актуальним, як показники норми, у з'ясуванні патогенезу захворювань різного генезу та впливу на організм різноманітних чинників довкілля.

Типовий поділ легень на частки, за результатами літературних джерел, спостерігається не у всіх плацентарних тварин. У примітивних плацентарних тварин (у більшості комахоїдних, багатьох гризунів тощо) такий поділ не виявляють: ліва легеня зазвичай не ділиться на частки, права легеня представлена неповним часточковим поділом (за кількістю часток) або нечітко вираженими вирізками часток [27].

Згідно з даними інших літературних джерел, легені різних видів тварин, щодо морфологічної будови, мають індивідуальні морфофункціональні особливості щодо їх часточкової будови [28, 29]. Зокрема, у летючих мишей ліва легеня не поділяється на частки, а у норки та соболя ліва легеня поділяється лише на дві частки – краніальну і каудальну [30, 31]. Деякі зарубіжні морфологи вважають, що у ссавців часточкова будова легень є закономірною та не має видових особливостей [32].

За результатами морфологічних досліджень у легень свійських ссавців є сім часток: у лівій легені три частки – краніальна, серцева, каудальна; у правій легені чотири частки – краніальна, серцева, каудальна та додаткова [33, 34].

За результатами наших досліджень, розподіл легень у свійських ссавців на окремі виражені частки безпосередньо залежить від структури грудної порожнини і особливостей утримання тварин, індивідуальних фізіологічних ознак тварин та фізіологічного навантаження на відповідний орган. Зокрема, у лівій легені коней є лише дві частки – краніальна та каудальна, у правій легені три частки – краніальна, каудальна та додаткова. Згідно з даними Н. В. Зеленевого (2014), каудальна частка легень у коней сформована злиттям краніальної та середньої частки в одну, і тому називається серцево-діафрагмальною [35]. За нашими даними, така частка є каудальною (діафрагмальною), оскільки міжчасточкові вирізки між середньою та каудальною частками у правій та лівій легенях відсутні, а їх поверхня прилягає до діафрагми, тому ми пропонуємо називати серцево-діафрагмальну частку – діафрагмальною (каудальною).

Важливим критерієм розвитку того чи іншого органа є абсолютна маса, що безпосередньо вказує на його морфофункціональну зрілість. Зокрема, відносна маса легень прямо пропорційно залежить від маси тіла тварин та абсолютної маси органа. Згідно з проведеною органометрією, абсолютна маса легень статевозрілих коней становить  $3318,1 \pm 364,4$  г. Проте відносна маса легень у коней, яка згідно з даними класичних навчальних підручників з анатомії свійських тварин становить 1,43% не співпадає з результатами наших досліджень. Зокрема, встановлено, що відносна маса легень у коней є набагато меншою і дорівнює  $0,60 \pm 0,052\%$ . Відповідно абсолютна маса лівої легені становить  $1506,2 \pm 60,48$  г, правої –  $1811,9 \pm 72,92$  г. Абсолютна маса краніальної частки лівої легені у коней становить  $197,43 \pm 19,24$  г, такий показник у правій легені відповідно дорівнює  $214,02 \pm 24,04$  г. Найбільшу абсолютну масу мають каудальні частки легень: у лівій легені такий показник в середньому дорівнює  $1308,66 \pm 98,75$  г, у правій легені –  $1423,8 \pm 102,71$  г відповідно. Найменшою є абсолютна маса додаткової частки правої легені, яка відповідно у коней становить  $174,2 \pm 16,02$  г.

Відносна маса краніальної частки лівої легені у коней, до абсолютної маси обох легень в середньому становить  $5,95 \pm 0,51\%$ , відповідно правої легені –  $6,45 \pm 0,62\%$ . Відносна маса каудальної частки лівої легені до обох легень у коней в середньому дорівнює  $39,44 \pm 3,57\%$ , у правій легені такий показник становить  $42,91 \pm 4,06\%$ . Відповідно відносна маса додаткової частки правої легені, до абсолютної маси легень, дорівнює  $5,25 \pm 0,68\%$ .

За результатами наших досліджень, альвеолярне дерево у коней укорочене, широке та має пухирчасту форму.

Слід зазначити, що морфологічна структура легень між собою є різною [36, 37]. Зокрема, права легеня у ссавців дещо більша за ліву, оскільки серце зміщене вліво, тому характерною ознакою будови легень ссавців є виражена їх асиметрія, яка проявляється різною величиною, неоднозначною абсолютною масою правої та лівої легень, їх положенням та неоднозначною формою їх часток, залежно від функціонального навантаження [38–40]. Співвідношення їх розмірів (лівої до правої легені) становить у коня 1,21:1, у великої рогатої худоби 1,38:1, у свині 1,35:1, у собаки 1,32:1.

Проведеними дослідженнями О.Г. Прокушенкової (2009), відмічена закономірна тенденція до превалювання маси правої легені собак неонатального періоду, що пояснюється особливостями їх будови і топографії. Коефіцієнт асиметрії легень у добових цуценят максимальний і становить 1,60, тимчасом із віком він поступово зменшується, досягаючи 1,36 у 20-добових тварин. Це зумовлено становленням газообміну та інтенсивним ростом і розвитком органів апарату дихання, притаманним для всіх тварин в неонатальний період [41].

Окремі науковці прояв асиметрії легень у свійських ссавців пов'язують з генетичною їх ознакою, інші стверджують, що асиметрія легень пов'язана з несиметричним положенням серця та інших органів у грудній порожнині, а також залежно від інтенсивності функції їх газообміну, яка проявилась у процесі еволюційного розвитку тварин. Найбільш виражена асиметрія із усіх ссавців притаманна малим гризунам (шури, морська свинка, хом'як), у яких ліва легеня не поділяється на частки, а права має чотири частки [42].

За результатами наших досліджень, коефіцієнт асиметрії лівої легені до правої у коней дорівнює 1:1,2 і це пов'язано зі зміщенням серця та аорти у ліву половину грудної порожнини. Такі дані співпадають з результатами інших науковців, які вказують, що об'єм лівої легені у ссавців, порівняно з правою, зменшується через серце на дві третини у ліву сторону [43].

**Висновки.** Легені коней мають часточкову будову: у лівій легені дві частки – краніальна та каудальна, у правій три – краніальна, каудальна та додаткова. Ліва легеня дещо менша, ніж права, коефіцієнт асиметрії становить 1:1,2.

Загальна довжина легень у коней дорівнює  $61,5 \pm 6,32$ , ширина –  $48,44 \pm 4,14$ , товщина –  $9,6 \pm 1,1$  см. Відношення загальної довжини легень до їх ширини дорівнює 1,27:1, тому

легені у коней належать до помірно-видовженого типу.

Абсолютна маса легень статевозрілих коней становить  $3318,1 \pm 364,4$  г, відносна маса  $0,60 \pm 0,052\%$ . Відповідно абсолютна маса лівої легені становить  $1506,2 \pm 60,48$  г, правої –  $1811,9 \pm 72,92$  г. Водночас абсолютна та відносна маси каудальних часток легень у коней є набагато більшими ніж краніальних часток.

Внутрішню гістоархітектоніку легеневої тканини формують легеневі частки (незначні ділянки паренхіми легень, які розмежовані сполучнотканинними перегородками, та утворюють їх сполучнотканинну строму), які мають конусоподібну або ж пірамідальну форми. Сполучнотканинна строма ( $45,2 \pm 7,4\%$ ), сформована пухкою сполучною тканиною та містить еластичні волокна, кровоносні і лімфатичні судини.

Респіраторну (дихальну) паренхіму легень ( $54,8 \pm 7,4\%$ ) утворюють дихальні бронхіоли, альвеолярні ходи і альвеолярні мішечки, у стінках яких розташовані альвеоли – альвеолярне дерево. Легеневі альвеоли мають різні розміри: малі, середні та великі. Їх середній об'єм становить  $699,8 \pm 106,42$  тис. мкм<sup>3</sup>.

**Перспектива подальших досліджень.** Майбутні дослідження будуть спрямовані на ультрамікроскопічне дослідження респіраторної частини легень свійських тварин.

**Відомості про дотримання біоетичних норм.** Робота виконана з дотриманням основних положень належної лабораторної практики GLP (1981 р.), положень «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених I Національним конгресом з біоетики (м. Київ, 2001 р.). Експериментальна частина дослідження була проведена згідно з вимогами міжнародних принципів «Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин, які використовують в експерименті та інших наукових цілях» (Страсбург, 1986 р.); «Правилами проведення робіт з використанням експериментальних тварин», затверджених наказом МОЗ №281 від 1 листопада 2000 р.; «Про заходи щодо подальшого удосконалення організаційних форм роботи з використанням експериментальних тварин» та відповідного Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (№ 3447-IV від 21.02.2006 р., м. Київ); відповідно до рекомендацій «Про правові, законодавчі та етичні норми і вимоги при виконанні наукових морфологічних досліджень».

**Відомості про конфлікт інтересів.** Автори наукової статті (Горальський Леонід, Глухова Наталія, Сокульський Ігор) підтверджують відсутність конфлікту інтересів.



## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дзевульська І.В., Маліков О.В. Описова та клінічна анатомія, її критерії в діагностиці та лікуванні захворювань. Українські медичні вісті. 2021. Т. 13. № 3(88). С. 197–199. DOI:10.32471/umv.2709-6432.88.1799
2. Морфологічні та морфометричні особливості будови серця великої рогатої худоби/ Л.П. Горальський та ін. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Ветеринарні науки. 2021. Т. 23. № 103. С. 145–151. DOI:10.32718/nvlvet10320
3. Коптев М.М. Морфофункціональна характеристика структурних елементів легень щурів у нормі. Актуальні проблеми сучасної медицини. Вісник Української медичної стоматологічної академії. 2011. Т. 11. № 4 (36). Ч. 2. С. 92–94.
4. Anatomical and histological characteristics of the lungs in the ground squirrel (*Spermophilus citellus*) / M. Blagojević et al. Acta Veterinaria Hungarica. 2018. Vol. 66. no. 2. P. 165–176. DOI:10.1556/004.2018.016.18
5. Phillips C.G., Kaye S.R., Schroter R.C. A diameter-based reconstruction of the branching pattern of the human bronchial tree. Part I. Description and application. Respiration physiology. 1994. Vol. 98(2). P. 193–217. DOI:10.1016/0034-5687(94) 00042-5
6. Johnson-Delaney C.A., Orosz S.E. Rabbit respiratory system: clinical anatomy, physiology and disease. The veterinary clinics of North America. Exotic animal practice. 2011. Vol. 14(2). P. 257–266. DOI:10.1016/j.cvex.2011.03.002
7. Прокушенкова О.Г. Морфологія легень цуценят собак Неонатального періоду. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. 2009. Том 11. № 2(41). Частина 4. С. 244–247.
8. Patwa A., Shah A. Anatomy and physiology of respiratory system relevant to anaesthesia. Indian journal of anaesthesia. 2015. Vol. 59(9). P. 533–541. DOI:10.4103/0019-5049.165849
9. Airway branching morphology of mature and immature rabbit lungs/ R. Ramchandani et al. Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985). 2001. Vol. 90(4). P. 1584–1592. DOI:10.1152/jappl.2001.90.4.1584
10. Ramchandani R., Shen X., Gunst S.J., Tepper, R.S. Comparison of elastic properties and contractile responses of isolated airway segments from mature and immature rabbits. Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985). 2003. Vol. 95(1). P. 265–271. DOI:10.1152/japplphysiol.00362.2002
11. Meyer K.C., Rosenthal N.S., Soergel P., Peterson K. Neutrophils and low-grade inflammation in the seemingly normal aging human lung. Mechanisms of ageing and development. 1998. Vol. 104(2). P. 169–181. DOI:10.1016/s0047-374(98)00065-7
12. Role of inducible bronchus associated lymphoid tissue (iBALT) in respiratory immunity/J.E. Moyron-Quiroz et al. Nature medicine. 2004. Vol. 10(9). P. 927–934. DOI:10.1038/nm1091
13. Corbett M., Kraehenbuhl J.P. Lung immunity: necessity is the mother of induction. Nature medicine. 2004. Vol. 10(9). P. 904–905. DOI:10.1038/nm0904-904
14. Brogden K.A., Ackermann M., McCray P.B., Jr. Tack B.F. Antimicrobial peptides in animals and their role in host defences. International journal of antimicrobial agents. 2003. Vol. 22(5). P. 465–478. DOI:10.1016/s0924-8579(03)00180-8
15. Hiemstra P.S., Amatngalim G.D., Van der Does A.M., Taube C. Antimicrobial Peptides and Innate Lung Defenses: Role in Infectious and Noninfectious Lung Diseases and Therapeutic Applications. Chest. 2016. Vol. 149(2). P. 545–551. DOI:10.1378/chest.15-1353
16. Островський М.М. Роль систем сурфактанту легень та інтерлейкінів в процесі формування зятого перебігу пневмоній. Український пульмонологічний журнал. 2004. № 2. С. 23–25.
17. Wright J.R. Host defense functions of pulmonary surfactant. Biology of the neonate. 2004. Vol. 85(4). P. 326–332. DOI:10.1159/000078172 9
18. Європейська конвенція «Про захист домашніх тварин» від 13.11.1987 р., що ратифіковано: Законом України № 578-VII (578-18) від 18.09.2013. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994\\_a15#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_a15#Text)
19. Мішалов В.Д., Чайковський Ю.Б., Твердохліб І.В. Про правові, законодавчі та етичні норми і вимоги при виконанні наукових морфологічних досліджень. Морфологія. 2007. Т. 1. № 2. С. 108–115.
20. Горальський Л.П., Хомич В.Т., Кононський О.І. Основи гістологічної техніки і морфофункціональні методи дослідження у нормі та при патології: навч. посіб. Житомир: Полісся, 2019. 288 с.
21. Мусабаева Л.Л., Сеитов М.С., Паршина Т.Ю. Сравнительные аспекты морфологии сердца и лёгких зайца-русака и кролика домашнего (молочный возрастной период). Альманах молодой науки. 2017. № 4. С. 32–35.
22. Anatomical and histological characteristics of the lungs in the ground squirrel (*Spermophilus citellus*) / M. Blagojević et al. Acta Veterinaria Hungarica. 2018. Vol. 66 (2). P. 165–176. DOI:10.1556/004.2018.016
23. Прокушенкова О.Г. Морфологія легень цуценят собак Неонатального періоду. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. 2009. Том 11. № 2(41). Частина 4. С. 244–247.
24. Autifi M.A.H., El-Banna A.K., Ebaid A.E.S. Morphological study of rabbit lung, bronchial tree and pulmonary vessels using corrosion cast technique. AL-Azhar Assiut medical journal. 2015. Vol. 13. P. 41–50. URL:<http://www.aamj.eg.net/journals/pdf/2352.pdf>
25. Jackson A.C., Suki B., Ucar M., Habib R. Branching airway network models for analyzing high-frequency lung input impedance. Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985). 1993. Vol. 75(1). P. 217–227. DOI:10.1152/jappl.1993.75.1.217
26. Estimating the diameter of airways susceptible for collapse using crackle sound/ A. Majumdar et al. Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985). 2009. Vol. 107(5). P. 1504–1512. DOI:10.1152/japplphysiol.91117.2008
27. Ferner K., Schultz J.A., Zeller U. Comparative anatomy of neonates of the three major mammalian groups (monotremes, marsupials, placentals) and implications for the ancestral mammalian neonate

- morphotype. *Journal of anatomy*. 2017. Vol. 231(6). P. 798–822. DOI:10.1111/joa.12689
28. Airway branching morphology of mature and immature rabbit lungs/ R. Ramchandi et al. *J Appl Physiol*. 2001. Vol. 90. P. 1584–1592. DOI:10.1152/jappl.2001.90.4.1584
29. Differences in airway structure in immature and mature rabbits/ R. Ramchandani et al. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md.: 1985). 2000. Vol. 89(4). P. 1310–1316. DOI:10.1152/jappl.2000.89.4.1310
30. Гирфанов А.И., Ситдииков Р.И. Строение бронхиального дерева у норки американской. Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2010. № 1. С. 205–208.
31. Чиркова Е.Н., Завалева С.М., Садыкова Н.Н., Чернопрудова П.В. Морфологические особенности строения легких и сердца ночницы брандта (Myotis Brandtii). Вестник Оренбургского государственного университета. 2017. № 6 (206). С. 90–93.
32. Duncker H.R. Vertebrate lungs: structure, topography and mechanics: A comparative perspective of the progressive integration of respiratory system, locomotor apparatus and ontogenetic development. *Respiratory Physiology & Neurobiology*. 2004. Vol. 144. P. 111–124.
33. Hyde D.M., Hamid Q., Irvin C.G. Anatomy, pathology, and physiology of the tracheobronchial tree: emphasis on the distal airways. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2009. Vol. 124. No. 6. P. 72–77. DOI:10.1016/j.jaci.2009.08.048
34. Animal models of smoke inhalation injury and related acute and chronic lung diseases/ K. Reczyska et al. *Advanced drug delivery reviews*. 2018. Vol. 123. P. 107–134. DOI:10.1016/j.addr.2017.10.005
35. Зеленевский Н.В., Зеленевский К.Н. Анатомия животных. Лань, Санкт-Петербург. Москва. Краснодар. 2014. 844 с.
36. Горальський Л.П., Глухова Н.М., Сокульський І.М. Морфологічні особливості легень кроля. Наукові горизонти. 2020. № 08 (93). С. 180–188. DOI:10.33249/2663-2144-2020-93-8-180-188
37. Keir S., Page C. The rabbit as a model to study asthma and other lung diseases. *Pulmonary pharmacology & therapeutics*. 2008. Vol. 21(5). P. 721–730. DOI:10.1016/j.pupt.2008.01.005
38. Airway branching morphology of mature and immature rabbit lungs/ R. Ramchandi et al. *J Appl Physiol*. 2001. Vol. 90. P. 1584–1592. DOI:10.1152/jappl.2001.90.4.1584
39. Chaturvedi A., Lee Z. Three-dimensional segmentation and skeletonization to build an airway tree data structure for small animals. *Phys Med Biol*. 2005. Vol. 50(7). P. 1405–1419. DOI:10.1088/0031-9155/50/7/005
40. İlgun R., Yoldas A., Kuru N., Özkan Z.E. Macroscopic anatomy of the lower respiratory system in mole rats (*Spalax leucodon*). *Anatomia, histologia, embryologia*. 2014. Vol. 43(6). P. 474–481. DOI:10.1111/ahc.12098
41. Прокушенкова О.Г. Морфологія легень цуценят собак Неонатального періоду. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. 2009. Том 11. № 2(41). Частина 4. С. 244–247.
42. Петренко В.М. Анатомія легких у белой крысы. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 10–3. С. 414–417.
43. Топографія легких половозрелого кролика в нормі/Л.В. Ткаченко и др. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2010. № 8 (70). С. 55–60.

## REFERENCES

1. Dzevljvsjka, I.V., Malikov, O.V. (2021). Opysova ta klinichna anatomija, i'i kryterii' v diagnostyci ta likuvanni zahvorjuvan' [Descriptive and clinical anatomy, its criteria in the diagnosis and treatment of diseases]. *Ukrai'ns'ki medychni visti [Ukrainian medical news]*. Vol. 3(88), pp. 197–199. (in Ukrainian)
2. Goralskyi, L.P., Ragulya, M.R., Sokulskyi, I.M., Kolesnik, N. L., Goralska, I. Y. (2021). Morfologichni ta morfometrychni osoblyvosti budovy sercya velykoj' rogoatoj' hudoby [Morphological and morphometrical characteristics of cattle heart structure]. *Naukovyj visnyk LNUVMB imeni S.Z. G'zhyc'kogo [Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies]*. *Veterynarni nauky [Veterinary sciences]*. Vol. 23(103), pp. 145–151. DOI:10.32718/nvlvet10320 (in Ukrainian)
3. Koptev, M.M. (2011). Morfo-funkcional'na harakterystyka strukturnyh elementiv legen' shhuriv u normi [Morphological and functional characteristics of structural elements in healthy rats lungs]. *Aktual'ni problemy suchasnoj' medycyny: Visnyk Ukrai'ns'koj' medychnoj' stomatologichnoj' akademii' [Actual problems of modern medicine: Bulletin of the Ukrainian Medical Stomatological Academy]*. Vol. 4 (36), pp. 92–94. (in Ukrainian)
4. Blagojević, M., Božičković, I., Ušćebrka, G., Lozanče, O., Đorđević, M., Zorić, Z., Nešić, I. (2018). Anatomical and histological characteristics of the lungs in the ground squirrel (*Spermophilus citellus*). *Acta Veterinaria Hungarica*. Vol. 66(2), pp. 165–176. DOI:10.1556/004.2018.016.18
5. Phillips, C.G., Kaye, S.R., Schroter, R.C. (1994). A diameter-based reconstruction of the branching pattern of the human bronchial tree. Part I. Description and application. *Respiration physiology*. Vol. 98(2), pp. 193–217. DOI:10.1016/0034-5687(94)00042-5
6. Johnson-Delaney, C.A., Orosz, S.E. (2011). Rabbit respiratory system: clinical anatomy, physiology and disease. *The veterinary clinics of North America. Exotic animal practice*. Vol. 14(2), pp. 257–266. DOI:10.1016/j.cvex.2011.03.002
7. Prokushenkova, O.H. (2009). Morfologija legen' cucenjat sobak Neonatal'nogo periodu [Morphology of the lungs of dog puppies in the neonatal period]. *Naukovyj visnyk LNUVMBT imeni S.Z. G'zhyc'kogo [Scientific Bulletin of the LNUVMBT named after S.Z. Gzhitskyi]*. Vol. 11(2), pp. 244–247 (in Ukrainian).
8. Patwa, A., Shah, A. (2015). Anatomy and physiology of respiratory system relevant to anaesthesia. *Indian journal of anaesthesia*, Vol. 59(9), pp. 533–541. DOI:10.4103/0019-5049.165849

9. Ramchandani, R., Bates, J.H., Shen, X., Suki, B., Tepper, R.S. (2001). Airway branching morphology of mature and immature rabbit lungs. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md.: 1985), Vol. 90(4), pp. 1584–1592. DOI:10.1152/jappl.2001.90.4.1584
10. Ramchandani, R., Shen, X., Gunst, S.J., Tepper, R.S. (2003). Comparison of elastic properties and contractile responses of isolated airway segments from mature and immature rabbits. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md.: 1985), Vol. 95(1), pp. 265–271. DOI:10.1152/japplphysiol.00362.2002
11. Meyer, K.C., Rosenthal, N.S., Soergel, P., Peterson, K. (1998). Neutrophils and low-grade inflammation in the seemingly normal aging human lung. *Mechanisms of ageing and development*. Vol. 104(2), pp. 169–181. DOI:10.1016/s0047-6374(98)00065-7
12. Moyron-Quiroz, J.E., Rangel-Moreno, J., Kussner, K., Hartson, L., Sprague, F., Goodrich, S., Woodland, D.L., Lund, F.E., Randall, T.D. (2004). Role of inducible bronchus associated lymphoid tissue (iBALT) in respiratory immunity. *Nature medicine*, Vol. 10(9), pp. 927–934. DOI:10.1038/nm1091
13. Corbett, M., Kraehenbuhl, J.P. (2004). Lung immunity: necessity is the mother of induction. *Nature medicine*, Vol. 10(9), pp. 904–905. DOI:10.1038/nm0904-904
14. Brogden, K.A., Ackermann, M., McCray, P. B., Jr. Tack, B.F. (2003). Antimicrobial peptides in animals and their role in host defences. *International journal of antimicrobial agents*, Vol. 22(5), pp. 465–478. DOI:10.1016/s0924-8579(03)00180-8s/
15. Hiemstra P.S., Amatngalim G.D., VanderDoes A.M., Taube, C. (2016). Antimicrobial Peptides and Innate Lung Defenses: Role in Infectious and Noninfectious Lung Diseases and Therapeutic Applications. *Chest*, Vol. 149(2), pp. 545–551. DOI:10.1378/chest.15-1353
16. Koptev, M.M. (2004). Rol' system surfaktantu legen' ta interlejkiniv v procesi formuvannja zatjazhnogo perebigu pnevmonij [The role of lung surfactant systems and interleukins in the formation of a protracted course of pneumonia]. *Ukrain's'kyj pul'monologichnyj zhurnal* [Ukrainian pulmonology journal], no. 2, pp. 23–25. (in Ukrainian)
17. Wright, J.R. (2004). Host defense functions of pulmonary surfactant. *Biology of the neonate*. Vol. 85(4), pp. 326–332. DOI:10.1159/000078172
18. Yevropeiska konventsija pro zakhyst domashnikh tvaryn» vid 13.11.1987 r., shcho ratyfikovano: Zakonom Ukrainy № 578-VII (578-18) vid 18.09.2013 [European Convention on the Protection of Domestic Animals" dated November 13, 1987, ratified by: Law of Ukraine No. 578-VII (578-18) dated September 18, 2013.]. Available at: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994\\_a15#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_a15#Text) (in Ukrainian).
19. Mishalov, V.D., Chaikovskiy, Yu.B., Tverdokhlib, I.V. (2007). Pro pravovi, zakonodavchi ta etychni normy i vymogy pry vykonanni naukovykh morfologichnykh doslidzhen' [About legal, legislative and ethical norms and requirements in the performance of scientific morphological research]. *Morfologija* [Morphology]. Vol. 1(2), pp. 108–115. (in Ukrainian)
20. Horalskyi, L.P., Khomych, V.T., Kononskyi, O.I. (2019). Osnovy gistologichnoi' tehniky i morfologichnoi' metody doslidzhenja u normi ta pry patologii': navch. posib [Fundamentals of histological technique and morphofunctional research methods in normal and pathology]. Zhytomyr: Polissia. (in Ukrainian).
21. Musabaeva, L.L., Seitov, M.S., Parshina, T.Y. (2017). Sravnitel'nye aspekty morfologii serdca i ljogkih zajca-rusaka i krolika domashnego (molochnyj vozrastnoj period) [Comparative aspects of the morphology of the heart and lungs of the hare and the domestic rabbit (milk age)]. *Al'manah molodoj nauki* [Almanac of young science]. Vol. 4, pp. 32–35. (in Russian).
22. Blagojević, M., Božičković, I., Ušćebrka, G., Lozanče, O., Đorđević, M., Zorić, Z., Nešić, I. (2018). Anatomical and histological characteristics of the lungs in the ground squirrel (*Spermophilus citellus*). *Acta Veterinaria Hungarica*, Vol. 66(2), pp. 165–176. DOI:10.1556/004.2018.016
23. Prokushenkova, O.H. (2009). Morfolohija lehen tsutseniat sobak Neonatalnoho period [Morphology of the lungs of dog puppies in the neonatal period]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S.Z. Gzhyskoho* [Scientific Bulletin of the LNUVMBT named after S.Z. Gzhitskyi]. Vol. 11(2), pp. 244–247. (in Ukrainian).
24. Autifi, M.A.H., El-Banna, A.K., Ebaid, A.E.S. (2015). Morphological study of rabbit lung, bronchial tree and pulmonary vessels using corrosion cast technique. *AL-Azhar Assiut medical journal*, Vol. 13, pp. 41–50. Available at: <http://www.aamj.eg.net/journals/pdf/2352.pdf>
25. Jackson, A.C., Suki, B., Ucar, M., Habib, R. (1993). Branching airway network models for analyzing high-frequency lung input impedance. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md.: 1985), Vol. 75(1), pp. 217–227. DOI:10.1152/jappl.1993.75.1.217
26. Majumdar, A., Hantos, Z., Tolnai, J., Parameswaran, H., Tepper, R., Suki, B. (2009). Estimating the diameter of airways susceptible for collapse using crackle sound. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md.: 1985), Vol. 107(5), pp. 1504–1512. DOI:10.1152/japplphysiol.91117.2008
27. Ferner, K., Schultz, J. A., Zeller, U. (2017). Comparative anatomy of neonates of the three major mammalian groups (monotremes, marsupials, placentals) and implications for the ancestral mammalian neonate morphotype. *Journal of anatomy*, Vol. 231(6), pp. 798–822. DOI:10.1111/joa.12689
28. Ramchandi, R., Bates, J.H., Shen, X., Suki, B., Tepper R.S. (2001). Airway branching morphology of mature and immature rabbit lungs. *J Appl Physiol*, Vol. 90, pp. 1584–1592. DOI:10.1152/jappl.2001.90.4.1584
29. Ramchandani, R., Shen, X., Elmsley, C.L., Ambrosius, W.T., Gunst, S.J., Tepper, R.S. (2000). Differences in airway structure in immature and mature rabbits. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md.: 1985), 89(4), pp. 1310–1316. DOI:10.1152/jappl.2000.89.4.1310
30. Girfanov, A.I., Sitdikov, R.I. (2010). Stroenie bronhial'nogo dereva u norki amerikanskoj [The structure of the bronchial tree in the American mink].



Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. Je. Baumana [Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine. N. E. Bauman]. Vol. 1, pp. 205–208. (in Russian)

31. Chirkova, E.N., Zavaleeva, S.M., Sadykova, N.N., Chernoprudova, P.V. (2017). Morfologicheskie osobennosti stroenija legkih i serdca nochnicy brandta (*Myotis Brandtii*) [Morphological features of the structure of the lungs and heart of Brandt's bat (*Myotis Brandtii*)]. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the Orenburg State University]. Vol. 6(206), pp. 90–93. (in Russian)

32. Duncker, H.R. (2004). Vertebrate lungs: structure, topography and mechanics: A comparative perspective of the progressive integration of respiratory system, locomotor apparatus and ontogenetic development. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, Vol. 144, pp. 111–124.

33. Hyde, D.M., Hamid, Q., Irvin, C.G. (2009). Anatomy, pathology, and physiology of the tracheobronchial tree: emphasis on the distal airways. *The Journal of allergy and clinical immunology*, Vol. 124(6), pp. 72–77. DOI:10.1016/j.jaci.2009.08.048

34. Reczyńska, K., Tharkar, P., Kim, S.Y., Wang, Y., Pamuła, E., Chan, H.K., Chrzanowski, W. (2018). Animal models of smoke inhalation injury and related acute and chronic lung diseases. *Advanced drug delivery reviews*. Vol. 123, pp. 107–134. DOI:10.1016/j.addr.2017.10.005

35. Zelenevsky, N., Zelenevsky, K.N. (2014). Anatomija zhivotnyh. Lan', Sankt-Peterburg [Anatomy of animals. Lan, St. Petersburg]. Moscow, Krasnodar. (in Russian)

36. Horalskyi, L., Hlukhova, N., Sokulskyi, I. (2020). Morfologichni osoblyvosti legeniv krolja [Morphological traits of rabbit lung]. *Naukovi goryzonty* [Scientific Horizons], Vol. 08(93), pp. 180–188. DOI: 10.33249/2663-2144-2020-93-8-180-188 (in Ukrainian)

37. Keir, S., Page, C. (2008). The rabbit as a model to study asthma and other lung diseases. *Pulmonary pharmacology & therapeutics*, Vol. 21(5), pp. 721–730. DOI:10.1016/j.pupt.2008.01.005

38. Ramchandi, R., Bates, J.H., Shen, X., Suki, B., Tepper R.S. (2001). Airway branching morphology of mature and immature rabbit lungs. *J Appl Physiol*, Vol. 90, pp. 1584–1592. DOI:10.1152/jappl.2001.90.4.1584

39. Chaturvedi, A., Lee, Z. (2005). Three-dimensional segmentation and skeletonization to build an airway tree data structure for small animals. *Phys Med Biol*, Vol. 50(7), pp. 1405–1419. DOI:10.1088/0031-9155/50/7/005

40. İlgun, R., Yoldas, A., Kuru, N., Özkan, Z.E. (2014). Macroscopic anatomy of the lower respiratory system in mole rats (*Spalax leucodon*). *Anatomia, histologia, embryologia*, Vol. 43(6), pp. 474–481. DOI:10.1111/ahel.12098

41. Prokushenkova, O.H. (2009). Morfolohiia lehen tsutseniat sobak Neonatalnoho period [Morphology of the lungs of dog puppies in the neonatal period]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterinaryarnoi medytsyny ta biotekhnolohii ime-*

ni S. Z. Gzhytskoho [Scientific Bulletin of the LNU-VMBT named after S.Z. Gzhitskyi]. Vol. 11(2), pp. 244–247 (in Ukrainian)

42. Petrenko, V.M. (2013). Anatomija legkih u be- loj krysy [Anatomy of the lungs in a white rat]. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij* [International Journal of Applied and Basic Research], Vol. 10(3), pp. 414–417. (in Russian)

43. Tkachenko, L.V., Kononov, V.K., Tyutyunnikov, S.V., Malofeev, Yu.M., Leshchenko, V.A., Bryukhanov, A.V. (2010). Topografija legkih polovozrelogo kroljika v norme [Normal topography of the lungs of a mature rabbit]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altai State Agrarian University]. Vol. 8(70), pp. 55–60. (in Russian)

### **Peculiarities of morphoarchitectonics of the lungs of a sexually mature horse (*Equus Ferus caballus L.*, 1758)**

**Horalskyi L., Hlukhova N., Sokulskyi I., Kole- snik N.**

The respiratory system is one of the most important systems that carries out the body's gas exchange between air and blood, as a result of which oxygen enters the body and carbon dioxide is removed from it to the environment.

In recent years, in the list of diseases of various etiologies, there has been a sharp increase in the number of diseases related to the respiratory organs. There is no doubt that the effective treatment of these pathologies is impossible without knowledge of breed and species characteristics of the anatomy and histology of respiratory organs, the morphofunctional parameters of which should be taken into account when carrying out diagnostic and preventive measures, regarding the prevention of animal diseases, and when providing them with medical care. Therefore, when planning research on the respiratory organs, which include the lungs, one should take into account their topographical-anatomical specific features in domestic animals, their structural-functional features of the microscopic structure, etc.

The completed morphological work is a fragment of the research topic of the Department of Normal and Pathological Morphology, Hygiene and Expertise, Poliss National University: "Development, morphology and histochemistry of animal organs in normal and pathological conditions", (state registration number – No. 0113V000900).

This publication is devoted to the study of the morpho-functional characteristics of the lungs of a sexually mature horse (*Equus Ferus caballus L.*, 1758). Using the method of anatomical dissection, macroscopic, histological, morphometric and statistical methods of research, the macro- and microscopic structure of the lungs was clarified and their belonging to a certain anatomical type was determined. As a result of the conducted studies, the partial structure of the lungs was determined, their topography, shape, dimensions, absolute and relative mass of the lungs were determined, a morphometric assessment of their morphological structures, asymmetry coefficient, etc. was carried out.

Staining of tissue sections with hematoxylin and eosin was used to study cell morphology, conduct morphometric studies, and obtain histological examination preparations. When conducting morphological studies, the basic rules of good laboratory practice GLP (1981), the provisions of the "General ethical principles of animal experiments" adopted by the First National Congress of Bioethics (Kyiv, 2001) and the requirements of the "Rules for conducting work using experimental animals", approved by order of the Ministry of Health No. 281 dated November 1, 2000 "On measures to further improve organizational forms of work with the use of experimental animals".

It was morphologically investigated that the macro- and micromorphology of the lungs of a sexually mature horse has certain characteristic morphological features, according to the class, age and species of animals. Thus, through scientific studies of the horse, we present the presence of individual morphological fea-

tures in the lobular structure of the lungs. So, in the left lung of horses there are only two lobes: cranial and caudal, in the right lung there are three lobes: cranial, caudal and additional.

Histological structure of acini formed by alveolar ducts, alveolar sacs and alveoli. According to the results of morphological studies, the alveolar tree in horses, represented by a shortened type, is wide and has a bubble shape. Morphometric studies have shown that the average volume of pulmonary alveoli in clinically healthy horses is  $699.8 \pm 106.42$  thousand  $\mu\text{m}^3$ . The respiratory part of the lungs in horses occupies  $54.8 \pm 7.4\%$  of the total area of the lung parenchyma, the connective tissue base –  $45.2 \pm 7.4\%$ .

**Key words:** anatomy, domestic animals, respiratory organs, gas exchange, morphometry, morphotopography, lung lobes, absolute weight, lung histostructure, bronchial tree, respiratory bronchioles, lung asymmetry.



Copyright: Горальський Л.П. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Горальський Л.П.

Глухова Н.М.

Сокульський І.М.

Колеснік Н.Л.

<https://orcid.org/0000-0002-4251-614X>

<https://orcid.org/0000-0002-4129-7889>

<https://orcid.org/0000-0002-6237-0328>

<https://orcid.org/0000-0002-6237-0328>