



UDC 636.5.09:616.98:579.873.21:616.1-091

Macroscopical changes in the heart and blood vessels of household and decorative birds with tuberculosis

L. M. Lyakhovich, A. U. Ulyanizka, M. M. Kushch, O. Ye. Bohdarenko, I. O. Kostyuk
Kharkiv State Zooveterinary Academy, Ukraine

Article info

Received 01.04.2021
Received in revised form
30.04.2021
Accepted
25.05.2021

*Kharkiv State Zooveterinary
Academy,
1, Academichna str., Mala
Danylivka, Kharkiv Region,
Ukraine, 62341
E.mail:
Liubov.vet@ukr.net
ulyanickaya.a79@gmail.com
dr.kushch@meta.ua
Lenabondar1960@gmail.com*

Lyakhovich, L. M., Ulyanizka, A. U., Kushch, M. M., Bohdarenko, O. Ye., & Kostyuk, I. O. (2021). Macroscopical changes in the heart and blood vessels of household and decorative birds with tuberculosis. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, 7, 68-77, DOI: 10.31890/vttp.2021.07.11.

The results of the study of macroscopical changes in the structural components of the heart and the walls of vessels of different caliber in domestic and ornamental birds that died from tuberculosis are presented. The object of the study was the forms of cardiovascular pathologies in generalized poultry tuberculosis.

The aim of the study is to identify and classify macroscopical changes in the heart and wall of blood vessels in generalized poultry tuberculosis. Materials and research methods. The work was done at the Department of Normal and Pathological Morphology of KhSZA. The following methods were used: pathological autopsy, its analysis, macro-microscopic examination of the heart and wall of blood vessels using weak-optical lenses, thanatogenetic analysis. 18 adult birds of different species with a comprehensively established diagnosis of "Tuberculosis avium" were studied: pheasants (n = 5), peacocks (n = 3), quail (n = 7), chickens (n = 3).

Result of the research. The following cardiac pathologies were diagnosed: cardiac tamponade, pericarditis (constrictive and exudative-constrictive with obliteration of the pericardial cavity); myocarditis; areas of ischemia with an area of damage from 10 % to 50 % or more. Using weak-fold optical lenses in the myocardium of individual birds, miniature scars were detected, located partially perivascular (diagnosed with cardiosclerosis, fibrosis with a diffuse structure, focal hypertrophy of preserved areas of the myocardium). Vascular pathologies differed in complexity and intensity. Ornamental birds were diagnosed with aortic sclerosis, a complication of atherosclerosis (thrombosis, hemorrhage into a disintegrated atheroma), rupture of the aorta and other vessels, hemorrhages, hematomas, anemia, ischemia, thrombosis of mesenteric vessels, thrombophlebitis.

Key words: avian tuberculosis, chickens, quail, pheasants, peacocks, heart, blood vessels, macroscopical changes.

Макроскопические изменения в сердце и кровеносных сосудах домашней и декоративной птицы при туберкулезе

Л. М. Ляхович, А. Ю. Ульяницкая, Н. Н. Куш, Е. Е. Бондаренко, И. А. Костюк
Харьковская государственная зооветеринарная академия, Украина

Приведены результаты исследования макроскопических изменений структурных компонентов сердца и стенки сосудов разного калибра у домашней и декоративной птицы, погибшей от туберкулеза. Объектом исследования были формы кардиоваскулярных патологий при генерализованном туберкулезе птицы. Цель исследования – исследовать и классифицировать макроскопические изменения в сердце и стенке кровеносных сосудов птицы, погибшей при генерализованном туберкулезе.

Материалы и методы исследований. Работа выполнялась на кафедре нормальной и патологической морфологии ХГЗВА. Использованы методы: патологоанатомического вскрытия, его анализа, макро-микроскопического исследования сердца и стенки кровеносных сосудов с помощью слабо-оптических линз, танатогенетического анализа. Исследовано 18 особей взрослых птиц разных видов с комплексно установленным диагнозом «Tuberculosis avium»: фазаны (n=5), павлины (n=3), перепела (n=7), куры (n=3).

Диагностированы следующие кардиальные патологии: тампонада сердца, перикардиты (констриктивный и экссудативно-констриктивный с облитерацией полости перикарда); миокардиты; участки ишемии с площадью поражения от 10% до 50% и больше. При использовании слабо-кратных оптических линз в миокарде отдельных особей птиц улавливались периваскулярные миниатюрные рубцы (диагностирован кардиосклероз, фиброз с диффузной структурой, очаговая гипертрофия сохраненных участков миокарда). Вascularные патологии отличались сложностью и интенсивностью. У декоративных птиц диагностированы склероз аорты, осложнение атеросклероза (тромбоз, геморрагия в расплавленную атерому), разрыв аорты и других сосудов, кровоизлияния, гематомы, анемии, ишемии, тромбоз мезентериальных сосудов, тромбофлебиты.

Ключевые слова: туберкулез птицы, куры, перепела, фазаны, павлины, сердце, кровеносные сосуды, макроскопические изменения.

Макроскопічні зміни в серці та кровоносних судинах свійських і декоративних птахів за туберкульозу

Л. М. Ляхович, А. Ю. Ульяницька, М. М. Куц, О. Є. Бондаренко, І. О. Костюк
Харківська державна зооветеринарна академія, Україна

У статті наведені дані макроскопічного дослідження серця та кровоносних судин свійських та декоративних птахів за туберкульозу. Діагностовано тампонаду серця, перикардити, кардіосклероз/фіброз, ішемію міокарда, інтенсивні хронічні васкуліти та їх ускладнення: аневризму, розрив аорти та/чи інших судин, геморагії, гематомы, ішемію, анемію, тромбози.

Ключові слова: туберкульоз птиці, кури, перепілки, фазани, павичі, серце, кровоносні судини, макроскопічні зміни.

Вступ

Актуальність теми. Проблемі зв'язку розвитку патологій людей та тварин із інфікуванням нетуберкульозними мікобактеріями, зокрема, *Mycobacterium avium* complex, присвячена численна кількість публікацій (Crilly, Ayeh, & Karakousis, 2021; Zhurylo, Barbova, & Cladkova, 2020; Ratnatunga et al., 2020; Azar, Zimbric, Shedden, & Caverly, 2019; Kreuz-Rodrigues, & Bakri, 2019; Schiff et al., 2019; Krajewska-Wedzina, Dabrowska, Augustynowicz-Kopeć, Weiner, & Szulowski, 2019; Lande et al., 2019; Auguste, Patel, & Siemieniuk, 2018; Honda, Viridi, & Chan, 2018; Lande, George, & Plush, 2018; Hwang, Kim, Jo, & Shim, 2017; Nishiuchi, Iwamoto, & Maruyama, 2017; Srivastava, Dahiya, Singh, & Kulshreshtha, 2017; Polaček, & Aleksić-Kovačević, 2016). У той же час, нові складні випадки коінфекції *Mycobacterium tuberculosis*/*Mycobacterium avium* complex (чи інших нетипових мікобактерій та вірусу імунodefіциту людини), вимагають удосконалення підходів щодо їх діагностики та трактування патогенезу (Santos-Pereira, Magalhães, Arajo, & Osyrio, 2021; Sharma, Latawa, Wanchu, & Verma, 2021; Bazzi, Abulhamayel, Rabaan, & Al-Tawfiq, 2020; Abdeldaim, Svensson, Blomberg, & Herrmann, 2016; Rocchetti, Silbert, Gostnell, Kubasek, & Widen, 2016; Danelishvili et al., 2015).

Птиця, інфікована *Mycobacterium avium* complex, може хворіти безсимптомно, тому туберкульоз у неї часто первинно діагностується вже після загибелі, та є причиною зниження чисельності її поголів'я, і, навіть, зникнення окремих видів (Salamatian et al., 2020; Shopland, Barbon, Cotton, Whitford, & Barrows, 2020; Liakhovych et al., 2020; Ledwoń et al., 2018; Liakhovych et al., 2018; Kaboudi, Amara, & Bouzouaia, 2017; Maysoun, S. Abbas, 2016; Özen, Karaman, Dag, Karakurt, & Akbulut, 2016; Kriz, Makovcova, Skoric, Huml, & Pokorny, 2015). В якості класичних патоморфологічних ознак туберкульозу птиці у вітчизняних нормативних документах визначають печінкові та селезінкові гранульоми, казеозний некроз кишкової стінки, казеозну пневмонію (Yatsenko et al., 2015).

За секційного дослідження загиблих від туберкульозу декоративних фазанів та павичів мали місце васкулярні та серцеві патології, які суттєво вплинули на танатогенез (Liakhovych, Ulianytska, Zakhariev, Lohachova, & Drebot, 2020; Liakhovych et al., 2019; Liachovych et al., 2018). У кардіологічній та фізіотричній практиці відомі випадки серцевих та судинних дисфункцій, що зумовлені впливом мікобактерій (Park et al., 2019; Rajaram et al., 2017; Cordioli et al., 2015; Bukhary, & Alrajih, 2006; Mayosi, Burgess, & Doubell, 2005). Описані кардіальні патології у мишей, які експериментально інфіковані *Mycobacterium avium* complex (Headley et al., 2019).

Проведення ідентифікації та класифікації кардіоваскулярних патологій у загиблої за туберкульозу птиці є актуальним завданням та додання даних, що використовують за патоморфологічної діагностики цього захворювання.

Мета роботи – дослідити та класифікувати макроскопічні зміни у серці та стінці кровоносних судин свійських курей, перепелів, декоративних фазанів та павичів, які загинули за генералізованого туберкульозу.

Завдання дослідження: дати макро-мікроскопічну характеристику серця та стінки кровоносних судин різного калібру у курей, перепелів, декоративних фазанів та павичів, які загинули за туберкульозу.

Матеріали і методи досліджень

Роботу виконано на кафедрі нормальної та патологічної морфології ХДЗВА. Об'єктом дослідження були форми кардіоваскулярних патологій у дорослих свійських та декоративних птахів, що загинули від генералізованого туберкульозу. Всі досліджені особини птиці за життя утримувалися у неблагополучних щодо туберкульозу птиці господарствах. Важливою анамнестичною інформацією були дані про наявність у раціонах годівлі дослідженої птиці комбікормів із компонентами тваринного походження (жирів, рибного борошна).

Було досліджено трупи загиблих від туберкульозу дорослих курей 10-12-місячного віку (n=3), перепелів 7-ми-місячного віку (n=7), декоративних фазанів двох статей (n=5), відповідно – двох самиць віком – 2,5 та три роки, трьох самців (відповідно – чотирьохрічного, п'ятирічного та шестирічного), дорослих павичів (n=3), відповідно – двох самців віком п'ять та 6 років, однієї пави віком 4,5 роки. Використані методи: патологоанатомічного розтину та його аналізу, макро-мікроскопічного дослідження серця та стінки кровоносних судин за допомогою слабо-оптичних лінз, танатогенетичного аналізу. Діагноз «*Tuberculosis avium*» встановлений комплексно, в т.ч., за ПЛР. Патолого-анатомічний розтин трупів птиці проводили в умовах секційної зали методом часткової евісцерації, згідно прийнятих правил (Dobin, & Cocurichev, 1963). За розтину серця визначали його розміри та масу; цілісність, товщину, колір, ступінь прозорості осердя, епікарда; стан міокарда (колір, товщину шлуночків, консистенцію, ступінь кровонаповнення); стан ендокарда (цілісність, товщину, наявність/відсутність нашарування, тромбів). Макроскопічне дослідження магістральних та інших судин, доступних для візуалізації, проводили за класичною схемою: визначали цілісність та товщину стінки, стан зовнішньої оболонки (характер поверхні, колір); ступінь кровонаповнення, прохідність (за можливості проводили серійні поперечні розрізи), ступінь кровонаповнення та характер крові (її кількість, стан, консистенцію, колір), стан внутрішньої оболонки (цілісність, колір, товщину, наявність чи відсутність атеросклеротичного та/чи тромботичного ураження та його ступінь), стан м'язової оболонки (у окремих судинах). За дослідження кровоносних судин використовували топографічні схеми Maher M. A. (2019).

Результати та їх обговорення

У досліджених декоративних павичів та фазанів диференційовані наступні форми кардіальних патологій. За макроскопічного дослідження серця у всіх особин фазанів виявлено потовщення осердя та закономірну у такому випадку його тьмяність (втрата прозорості), ознаки зміни конфігурації серця із збільшенням його об'єму (рис. 1).

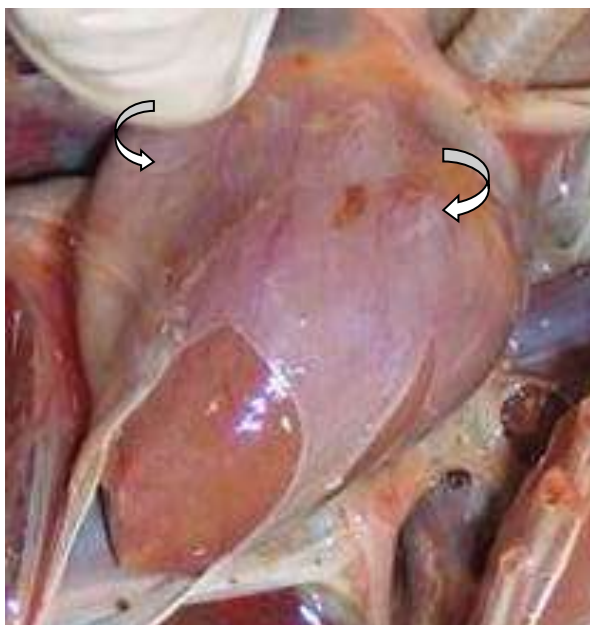


Рис. 1. Серце фазана, що загинув за туберкульозу. Втрата прозорості осердя; зміна конфігурації міокарда за двобічного розширення шлуночків серця (стрілки).

Епікард також був тьмяним та локально набряклим завдяки кахектичним набрякам у ділянках звичного розміщення підепікардіального жиру. У порожнині осердя у двох самців фазанів виявили серозний трансудат (гідроперикард). М'яз серця у трьох особин фазанів (двох самиць та одного самця шестирічного віку) був візуально збільшеним; у ньому виявлені окремі ішемізовані ділянки, що були світліше забарвлені (їх площа коливалася від 10 до 30 %) та мали дряблу консистенцію. За використання слабо-оптичних лінз були помітними розсіяні блідо-сіруваті вкраплення (мініатюрні рубці розміром до 1,5 мм), розміщені, зокрема, периваскулярно. Діагностовано констриктивний перикардит, фіброз міокарда дифузної текстури, локальну ішемію міокарда, вогнищеву гіпертрофію збережених ділянок. У фазана п'ятирічного віку виявлені ознаки деформації осердя (рис. 2) за комбінованого ексудативно-констриктивного перикардиту із облітерацією порожнини перикарда (причина смерті – тампонада серця).



Рис. 2. Серце фазана, загиблого за туберкульозу. Потовщення осердя із втратою його прозорості та деформацією за комбінованого ексудативно-констриктивного перикардиту.

У частини особин птиці міокард був розширеним завдяки правим порожнинам. У порожнинах серця містилися згустки крові. У фазана 4-х-річного віку діагностовано хронічну ішемічну кардіоміопатію, дифузне ураження міокарда, дилатацію порожнини лівого шлуночка, нерівномірне кровонаповнення/строкатість (межували субендокардіальні світлі ділянки ішемії та ділянки повнокрів'я), дряблість стінки. У загиблої пави ішемія міокарда діагностована у понад 50 % за площею ділянок (субтотальний варіант). У павича також виявлені значні зони ішемії міокарда, його деформацію. Консистенція міокарда у окремих ділянках була ущільненою. Тут за використання слабо-оптичних лінз були помітними мініатюрні рубці із вираженою тенденцією групового розміщення, розмірами 0,7-1,2 мм. (рис. 3, 4).

Діагностовано локальний кардіосклероз.



Рис. 3. Серце павича, загиблого за генералізованого туберкульозу. Ішемізовані ділянки міокарда сіруватого відтінку, деформація органу.

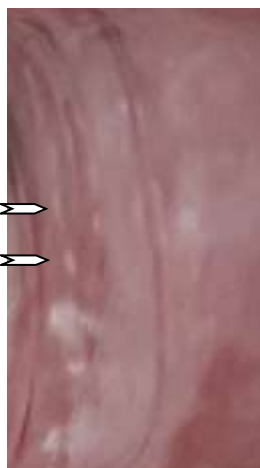


Рис. 4. Фрагмент міокарда павича, загиблого за туберкульозу. Мініатюрні рубці світло-сірого кольору за кардіосклерозу. Збільшення слабо оптичною лінзою x 10.

У міокарді павича п'ятирічного віку виявили лівошлуночковий одинарний щільний рубець біло-сірого кольору (розміром до 3,5 мм); у збережених локусах – компенсаторну гіпертрофію.

Кардіальні патології у свійських курей та перепелів, що загибли за туберкульозу.

За макроскопічного дослідження серця свійських курей та перепелів була нечіткою ввігнутість його каудодорсальної поверхні. Краніовентральна ж (випукла) поверхня була у двох особин курей та у п'яти особин перепелів більш заокругленою. За винятком трьох перепелів, виявлена деформація серця завдяки розширенню контурів і верхівки (відповідно був збільшений об'єм серця). У трьох перепелів серце було малих розмірів, які і інші органи (діагностовано мікрокардію за аліментарної кахексії та загальної дегідратації). Колір поверхні міокарда був нерівномірним (межували сіруваті та коричнево-червоні ділянки). Кровоносні судини серця мали різну ступінь наповнення. Шлуночки серця були розширеними (значніше – правий, що вказує на тривалу його недостатність), їх стінка була дряблою. У свійських курей макроскопічними ознаками гострої вогнищевої ішемічної дистрофії міокарда були розширення порожнини лівого шлуночка, дрябла консистенція стінки та нерівномірне кровонаповнення.

Васкулярні патології за туберкульозу загиблої птиці.

У дорослого павича шестирічного віку діагностовано розрив нисхідної ділянки аорти із наслідком *haemorrhagia per rhexin*. За детального дослідження стінки аорти за допомогою слабо-оптичних лінз у зоні пошкодження її цілісності виявлено залишкові фрагменти аневризматичної дилатації. Діагностовано склероз аорти, ускладнення атеросклерозу (тромбоз, геморагія у атерому, що розпалася; оклюзія дистальних ділянок судини масами розпаду).

Напередодні загибелі павич на вигляд не мав явних змін. Перед летальним завершенням у нього спостерігали ознаки биття крилами. За зовнішнього дослідження трупі птиці встановлено критична анемічність шкіри та видимих слизових оболонок. З урахуванням комплексних досліджень, діагностовано генералізований туберкульоз із локалізацією специфічних гранулом у кишковій трубці, печінці, селезінці. За розтину критичною дисциркуляторною патологією був крововилив із формуванням у грудо-черевній порожнині масиву крові (рис. 5), що підтверджує факт раптової смерті за ознак колапсу та зупинки серця.



Рис. 5. Крововилив за розриву нисхідної ділянки аорти у грудо-черевну порожнину павича, загиблого від туберкульозу.

Аналогічну картину із критичною для життя птиці геморагією описує Beaufrère H. (2013) за атеросклерозу папуги. У старих за віком птахів зростає ризик розвитку атером у магістральних судинах. Так, є інформація про випадок туберкульозного аортиту у фламінго та голуба за асоціації із атеросклерозом та розривом судин (Mitchinson, & Keymer, 1972). Проте, сучасними дослідниками туберкульозу птиці судинний аспект патологій за цього захворювання не висвітлений. Частково це зумовлено важкістю діагностування стану васкулярних структур, оскільки, можливість макроскопічної візуалізації окремих видів їх патологій є низькою. Ймовірно тому судинні розлади за туберкульозу птиці залишаються поза увагою дослідників

Діагностовано розриви печінкових судин, вентральних провентрикулярних вен. У стінці кишкової трубки та залозистого шлунку птиці за використання слабо-оптичних лінз діагностовані геморагічні інфаркти (рис. 6), локальні гіперемії, ішемії, петехіальні крововиливи. У ділянці старих і свіжих кишкових виразок та ерозій епітелію закономірно змінилася архітектоніка розміщених під ним судин: були розширені вени, що сприяло розвитку кровотеч.



Рис. 6. Фрагмент порожньої кишки павича за туберкульозу. Субсерозні геморагії темно-червоного кольору у ділянках розміщення туберкульозних вузликів (стрілки) з локальною деформацією стінки та звуженням просвіту кишкової трубки. Збільшення слабо оптичною лінзою x 5.

Виявлені порушення реології крові – червоні тромби у просвіті мезентеріальних судин, тромбофлебіти. У всіх досліджених особин птиці, що загинула за туберкульозу, діагностували венозну гіперемію печінки, фіброз портальних трактів. Васкулярні патології були максимально вираженими у ділянках запалення печінки із зрілими туберкульозними гранульомами (розміщеними субкапсулярно), зокрема, гематоми (рис. 7), та у периферійних частинах гранульом із процесами інфільтрації.

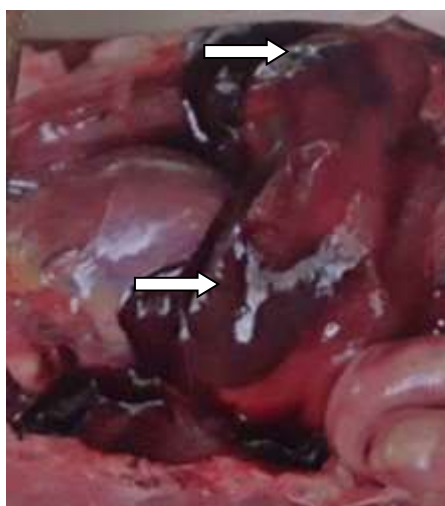


Рис. 7. Субкапсулярні гематоми (стрілки) у печінці дорослого павича, що загинув за туберкульозу.

У селезінці досліджених особин птиці встановили розриви судин, геморагії (рис. 8), ділянки місцевого гемосидерозу.



Рис. 8. Селезінка фазана за туберкульозу. Значна деформація органу через туберкуломи, субкапсулярна геморагія (стрілка).

У всіх досліджених особин фазанів, що загинули від туберкульозу, макроскопічні зміни серця були порівняно важчими, ніж у загиблих від туберкульозу павичів. Це узгоджується із даними польських дослідників (Ledwoń, Sapieryński, Augustynowicz-Korec, Szeleszczuk, & Kozak, 2014), які вказують, що у експериментально інфікованих папуг ізолятом *Mycobacterium avium* complex від спонтанно зараженого фазана, спостерігалися важчі клінічні та патоморфологічні зміни, ніж за інфікування ізолятом павича.

Звісно, що за дослідження серця та кровоносних судин у загиблих фазанів та павичів із використанням слабо оптичних лінз, вдавалося більш досконало деталізувати окремі кардіальні та васкулярні патології, зокрема, властиві для атеросклерозу птиці. Ймовірно, що за годівлі дослідженого декоративного павича неадаптованими для його організму кормовими компонентами, був високим ризик атеросклерозу, зокрема, на тлі можливих гіперхолестеролемії та дисліпідемії, подібно до випадків, що описані у сірих африканських папуг та інших видів птиці (Stanford, 2007, Bavelaar, & Beunen, 2003). Відомо, що в якості чинника, який підвищує ризик розвитку атеросклерозу, зокрема, у папуг, дослідники розглядають *Chlamydophila psittaci* (Pilny, Quesenberry, Bartick-Sedrish, Latimer, & Berghaus, 2012). Варто мати на увазі подібну ймовірність у дослідженого павича з атеросклерозом, оскільки, є інформація про випадки інфікування павичів цим збудником (Yang, Ling, Yuan, Pang, & He, 2011).

У всіх досліджених особин птиці, що загинула від туберкульозу, ймовірним був кардіоваскулярний ризик (тенденція розвитку серцево-судинного танатогенезу). Про це свідчать виявлені кардіоваскулярні патології (тромбоз, аневризма аорти, розрив судин, геморагії, гематоми, тампонада серця, перикардити, ішемії міокарду, кардіосклероз/фіброз). За результатами дослідження, визначено кілька груп факторів кардіоваскулярного ризику в особин загиблої від туберкульозу птиці. Перша група – загальні доморбідні, які не піддаються корекції, до яких належать вік (особливо у декоративної птиці, яку утримують тривалий час) та стать (зв'язок розвитку атеросклеротичних змін із рівнем естрогену у яйценосих самиць). Друга група – загальні доморбідні фактори, що піддаються корекції (порушення ліпідного обміну за високо-енергетичної дієти, ожиріння, гіподинамія, стреси, травми). Окремою групою вказаних факторів є такі, що зумовлені патогенезом та патоморфозом туберкульозу птиці (портальна гіпертензія за локалізації туберкул у печінці, селезінці, розриви судин у ділянці специфічного туберкульозного запалення). У більшості досліджених особин птиці мало місце поєднання факторів ризику доморбідних кардіоваскулярних патологій та таких, що зумовлені туберкульозними змінами. Доморбідний кардіоваскулярний ризик за туберкульозу птиці достовірно посилюється. Кардіоваскулярна складова у патоморфозі туберкульозу птиці доповнює шкалу критеріїв, які використовуються за його патоморфологічної діагностики.

Висновки

1. У досліджених особин птиці, що загибла за генералізованого туберкульозу, діагностовано системні хронічні кардіальні та васкулярні патології.
2. У загиблої за туберкульозу птиці класифіковано наступні кардіальні патології: тампонада серця, перикардити (констриктивний та ексудативно-констриктивний із облітерацією порожнини перикарда); міокардити, ішемії із площею пошкодження від 10 до 50 % та більше; кардіосклероз/фіброз.
3. За туберкульозу дослідженої птиці ідентифіковані наступні васкулярні патології: аневризма із розривом аорти та інших судин; ускладнення у вигляді крововиливів, зокрема, за типом гематом; анемії, ішемії, інфаркти, тромбози, тромбофлебії.
4. Інтенсивність кардіоваскулярних патологій за туберкульозу у птиці свідчить про деструктивний вплив збудника захворювання на структурні елементи серця та судинної стінки.

Перспективи подальших досліджень. Необхідно розробити доповнення до діагностичної шкали туберкульозу птиці, з урахуванням властивості збудника захворювання, шляхів інфікування та доморбідного стану.

References

- Abdeldaim, G., Svensson, E., Blomberg, J., & Herrmann, B. (2016). Duplex detection of the *Mycobacterium tuberculosis* complex and medically important non-tuberculosis mycobacteria by real-time PCR based on the *mpB* gene. *APMIS*, 124, 991-995. <https://doi.org/10.1111/apm.12598>.
- Auguste, B. L., Patel A. D., & Siemieniuk R. A. (2018) *Mycobacterium avium* complex infection presenting as persistent ascites. *CMAJ*, 190 (13), 394-397. <https://doi.org/10.1503/cmaj.170823>.
- Azar, M., Zimbric, M., Shedden, K., & Caverly, L. J. (2019). Distribution and outcomes of infection of *Mycobacterium avium* complex species in cystic fibrosis. *J Cyst Fibros*, 19(2), 232-235. <https://doi.org/10.1016/j.jcf.2019.07.007>.
- Bavelaar, F. J., & Beynen, A. C. (2003). Influence of amount and type of dietary fat on plasma cholesterol concentrations in African grey parrots. *J Applied Res Vet Med*, 1(1), 1-8.
- Bazzi, A. M., Abulhamayel, Ye., Rabaan, A. A., & Al-Tawfig, J. A. (2020). The impact of the coexistence of *mycobacterium avium* with *mycobacterium tuberculosis* on the result of GeneXpert and MGIT susceptibility test. *Journal of Infection and Public Health*, 13, 5, 827-829. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2020.01.006>.
- Beaufrère, H. (2013). Avian atherosclerosis: parrots and beyond. *Journal of Exotic Pet Medicine*. 22(4), 336-347. <https://doi.org/10.1053/j.jepm.2013.10.015>.
- Bukhary, Z. A., & Alrajih, A. A. (2006). Tuberculous aortitis. *Ann Saudi Med*, 26(1), 56-58. <https://doi.org/10.5144/0256-4947.2006.56>.
- Cordioli, M., Del Bravo, P., Rigo, F., Azzini, A. M., Merighi, M., Forni, A., & Concia, E. (2015). Disseminated *Mycobacterium avium* complex disease in a patient with left ventricular assist device (Heart Mate II). *Le Infezioni in Medicina*, 23(3), 261-264.
- Crilly, N. P., Ayeh, S. K., & Karakousis, P. C. (2021). The New Frontier of Host-Directed Therapies for *Mycobacterium avium* Complex. *Front Immunol*, 22 January 2021. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.623119>.
- Danelishvili, L., Rojony, R., Carson, K. L., Palmer, A. L., Rose, S. J., & Bermudez, L. E. (2018). *Mycobacterium avium* subsp. *hominissuis* effector MAVA5_06970 promotes rapid apoptosis in secondary-infected macrophages during cell-to-cell spread. *Virulence*, 9(1), 1287-1300. <https://doi.org/10.1080/21505594.2018.1504559>.
- Dobin, M. A., & Kokurichev, P. I. (1963). *Praktikum po veterinarnoy patologicheskoy anatomii i vskrytiyu*. L.-M., Sel'khozizdat, 240. [in Russian]
- Headley, C. A., Gerberick, A., Mehta, S., Wu, Q., Yu, L., Fadda, P., Khan, M., & Rajaram, M. V. S. (2019). Nontuberculous mycobacterium *M. avium* infection predisposes aged mice to cardiac abnormalities and inflammation. *Aging Cell*. 18(3), 12926. <https://doi.org/10.1111/acer.12926>.
- Honda, J. R., Virdi, R., & Chan, E. D. (2018). Global environmental nontuberculous mycobacteria and their contemporaneous man-made and natural niches. *Front Microbiol.*, 9, 2029. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02029>.
- Hwang, J. A., Kim, S., Jo, K. W., & Shim, T. S. (2017). Natural history of *Mycobacterium avium* complex lung disease in untreated patients with stable course. *Eur Respir J*. 49(3), 1600537. <https://doi.org/10.1183/13993003.00537-2016>.
- Kaboudi, K., Amara, A., & Bouzouaia, M. (2017). *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*, 2(6), 34-37.
- Krajewska-Wedzina M., Dąbrowska, A., Augustynowicz-Kopec, E., Weiner, M., & Szulowski, K. (2019). Nontuberculous mycobacterial skin disease in cat; diagnosis and treatment – Case report. *Ann Agric Environ Med*, 26(3), 511-513. <https://doi.org/10.26444/aaem/101579>.
- Kreutz-Rodrigues, L., & Bakri, K. (2019). Tenosynovitis Due to *Mycobacterium avium* Complex. *N Engl J Med*, 381, 2461. <https://doi.org/10.1056/nejmicm1901520>.
- Kriz, P., Makovcova, J., Skoric, M., Huml, O., & Pokorny, J. (2015). Avian mycobacteriosis in an individual of the endangered Mauritain Pink pigeon (*Nesoenas mayeri*) species: a case report. *Veterinarni Medicina*, 60, 2, 101-104. <https://doi.org/10.17221/7984-VETMED>.
- Lande, L., Alexander, D. C., Wallace, R. J., Kwait, R., Iakhiaeva, E., Williams, M., & Falkinham, J. O. (2019). *Mycobacterium avium* in Community and Household Water, Suburban Philadelphia, Pennsylvania, USA, 2010-2012. *EID Journal*, 25(3). <http://dx.doi.org/10.3201/eid2503.180336>.
- Lande, L., George, J., & Plush, T. (2018). *Mycobacterium avium* complex pulmonary disease: new epidemiology and management concepts. *Curr. Opin. Infect. Dis*, 31(2), 199-207. <https://doi.org/10.1097/qco.0000000000000437>.
- Ledwoń, A., Augustynowicz-Kopec, E., Parniewski, P., Bonecka, J., Ostrzeszewicz M., Dolka, B., & Szeleszczuk, P. (2018). Mycobacteriosis in peafowl: Analysis of four cases. *Med. Weter*, 74(12), 772-776. <http://dx.doi.org/10.21521/mw.6001>.
- Ledwoń, A., Sapieryński, R., Augustynowicz-Kopec, E., Szeleszczuk, P., & Kozak, M. (2014). [Experimental inoculation of BFDV-positive budgerigars \(*Melopsittacus undulatus*\) with two *Mycobacterium avium* subsp. *avium* isolates. *Biomed Res Int*, 418563. <https://doi.org/10.1155/2014/418563>.](https://doi.org/10.1155/2014/418563)
- Liakhovych, L. M., Ulianytska, A. Yu., Zakhariyev, A. V., Bondarenko O. Ye., Drebot, Z. M., Kostyuk, I. O., & Lohachova, L. O. (2019). Hradatsiia patomorfologichnykh zmin u selezintsi fazaniv za tuberkulozu. *Veterynariia, tekhnologii tvarynnytstva ta pryrodokorystuvannia*, (4), 114-117. <https://doi.org/10.31890/vtpp.2019.04.22>. [in Ukrainian].
- Liakhovych, L. M., Ulianytska, A. Yu., Zakhariyev, A. V., Lohachova, L. O., & Drebot, Z. M. (2020). Patomorfologichna kharakterystyka intestynalnykh patolohii za heneralizovanoho tuberkulozu fazaniv. *Veterynariia, tekhnologii tvarynnytstva ta pryrodokorystuvannia*, (5), 85-90. <https://doi.org/10.31890/vtpp.2020.05.16> [in Ukrainian].

- Liakhovych, L., Shchetynskyi, I., Zakhariev, A., Ulianytska, A., Martiemianova, A., & Tkachova, K. (2018). Tuberkuloz fazaniv ta pavychiv: aspekty tanatohenezu. *Veterynariia, tekhnologii tvarynnytstva ta pryrodokorystuvannia*, (2), 56-58. <https://doi.org/10.31890/vtvp.2018.02.08>. [in Ukrainian]
- Liakhovych, L., Shchetynskyi, I., Zakhariev, A., Ulianytska, A., Martiemianova, A., Lyulin, P., & Kostyuk, I. (2019). Heparalni patolohii za tuberculosu fazaniv: patomorfolohichniy analiz. *Veterynariia, tekhnologii tvarynnytstva ta pryrodokorystuvannia*, (3), 37-45. <https://doi.org/10.31890/vtvp.2019.03.06>. [in Ukrainian].
- Maher, M. A. (2019). Descriptive Anatomy of Hepatic and Portal Veins with Special Reference to Biliary Duct System in Broiler Chickens (*Gallus gallus domesticus*): A Recent Illustration. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 21, 29. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2019-0980e>.
- Mayosi, B. M., Burgess, L. J., & Doubell, A. F. (2005). Tuberculous pericarditis. *Circulation*, 112(23), 3608-3616. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.543066>.
- Maysoon, S. A. (2016). Investigation *Mycobacterium sp.* prevalence in the local birds in Baghdad. *MRVSA*, 5 (2), 20-25. DOI: 10.22428/mrvsa.2307-8073.2016.00523.x.
- Mitchinson, M. J., & Keymer, I. F. (1972). Tuberculous aortitis in birds. *Journal of Comparative Pathology*, 82(4), 483-486. [https://doi.org/10.1016/0021-9975\(72\)90049-7](https://doi.org/10.1016/0021-9975(72)90049-7).
- Nishiuchi, Y., Iwamoto, T., & Maruyama, F. (2017). Infection sources of a common non-tuberculous mycobacterial pathogen, *Mycobacterium avium* Complex. *Front Med*, 4, 27. <https://doi.org/10.3389/fmed.2017.00027>.
- Özen, H., Karaman, M., Dag, S., Karakurt, E., & Akbulut, Y. (2016). A Case of Tuberculosis in a Free-living Long-legged Buzzard (*Buteo rufinus*). *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 22 (3), 473-476, 2016. <http://dx.doi.org/10.9775/kvfd.2015.14888>.
- Park, C. S., Choi, E. K., Kim, B., Han, K. D., Lee, S. R., Cha, M. J., & Oh, S. (2019). Association between Atrial Fibrillation, Myocardial Infarction, Heart Failure and Mortality in Patients with Nontuberculous Mycobacterial Infection: a nationwide population-based study. *Scientific Reports*, 9, 15503. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51801-w>.
- Pilny, A. A., Quesenberry, K. E., Bartick-Sedrish, T. E., Latimer, K. S., & Berghaus, R. D. (2012). Evaluation of *Chlamydophila psittaci* infection and other risk factors for atherosclerosis in pet psittacine birds. *J Am Vet Med Assoc*. 240(12),1474–1480. <https://doi.org/10.2460/javma.240.12.1474>.
- Polaček, V., & Aleksić-Kovačević, S. (2016). Mycobacteriosis in pigs – an underrated threat. *Acta Veterinaria-Beograd*, 66(4), 429-443. <https://doi.org/10.1515/acve-2016-0037>.
- Rajaram, M., Headley, C. Murphy, N., Schlesinger, L. S., Mohler, P. J., & Turner, J. (2017). Influence of age on mycobacterial myocarditis and heart failure. *J Immunol*, 1, 198, 125.16. Retrieved from https://www.jimmunol.org/content/198/1_supplement/125.16.abstract.
- Ratnatunga, Ch. N., Lutzky, V. P., Kupz, A., Doolan, D. L., Reid, D. W., Field, M., Bell, S. C., Thomson, R. M., & Miles, J. J. (2020). The Rise of Non-Tuberculosis Mycobacterial Lung Disease. *Front Immunol*, 11, 303. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.00303>.
- Rocchetti, T. T., Silbert, S., Gostnell, A., Kubasek, C., & Widen, R. (2016). Validation of a multiplex real-time PCR assay for detection of *Mycobacterium spp.*, *Mycobacterium tuberculosis complex*, and *Mycobacterium avium complex* directly from clinical samples by use of the BD max open system. *J Clin Microbiol*, 54, 1644-1647. <https://doi.org/10.1128/JCM.00241-16>.
- Salamatian, I., Ghaniei, A., Mosavari, N., Nourani, H., Keshavarz, R., & Eslampanah, M. (2020). Outbreak of avian mycobacteriosis in a commercial turkey breeder flock. *Avian Pathology*, 49(3), 296-304. <https://doi.org/10.1080/03079457.2020.1740167>.
- Santos-Pereira, A., Magalhães, C., Araújo, P. M. M., & Osyrio, N. S. (2021). Evolutionary Genetics of Mycobacterium Tuberculosis and HIV-1: "The Tortoise and the Hare". *Microorganisms*, 9, 147. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9010147>.
- Schiff, H. F., Jones, S., Achaiah, A., Pereira, A., Stait, G., & Green, B. (2019). Clinical relevance of non-tuberculous mycobacteria isolated from respiratory specimens: seven year experience in a UK hospital. *Scientific Reports*, 9, 1730. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-37350-8>.
- Sharma, S., Latawa, R., Wanchu, A., & Verma, I. (2021). Differential diagnosis of disseminated Mycobacterium avium and Mycobacterium tuberculosis infection in HIV patients using duplex PCR. *Future Microbiol*, 16, 159-173. <https://doi.org/10.2217/fmb-2020-0091>.
- Shopland, S., Barbon, A. R., Cotton, S., Whitford, H., & Barrows, M. (2020). Retrospective review of mortality in captive pink pigeons (*Nesoenas Mayeri*) housed in European collections: 1977-2018. *J Zoo Wildl Med*. 17, 51(1), 159-169. <https://doi.org/10.1638/2019-0121a>.
- Srivastava, V., Dahiya, A., Singh, S. V., & Kulshreshtha, S. (2017). Diagnostic approaches to avian tuberculosis. *World's Poultry Science Journal*, 73 (4), 857-871. <https://doi.org/10.1017/S0043933917000836>.
- Stanford, M. (2006). Significance of Cholesterol Assays in the Investigation of Hepatic Lipidosis and Atherosclerosis in Psittacine Birds. *Exotic DVM*. 7(3), 28–34.
- Yang, J., Ling, Y., Yuan, J., Pang, W., & He, C. (2011). Isolation and characterization of peacock *Chlamydophila psittaci* infection in China. *Avian Diseases*, 55(1), 76-81. <https://doi.org/10.1637/9419-060710-Reg.1>.
- Yatsenko, I. V., Bohatko, N. M., Biben, I. A., Busol, L. V., Binkevych, V. Ia., Zazharska, N. M., Holovko, N. P., & Kyrychenko, V. M. (2015). *Atlas veterynarno-sanitarnoho inspektuvannia produktiv zaboii tvaryn*. Kharkiv: RVV Kharkivskoi derzhavnoi zooveterynarnoi akademii, 274-276. [in Ukrainian]
- Yu, X., & Jiang, W. (2021). *Mycobacterium colombiense* and *Mycobacterium avium* Complex Causing Severe Pneumonia in a Patient with HIV

Identified by a Novel Molecular-Based Method.
Infection and Drug Resistance, 14, 11–16.
<https://doi.org/10.2147/IDR.S282190>.

Zhurylo, O. A., Barbova A. I., & Cladkova, L. M. (2020).
Mycobacterium avium – zbudnyk mikobakteriozu
liudyny. *Ukrainskyi pulmonolohichnyi zhurnal*, 1,
50-58. www.search.crossref.org.
<http://dx.doi.org/10.31215/2306-4927-2020-107-1-50-58>. [in Ukrainian]