



UDC 636.594.09:616.411-091:616.98:579.873.21

Pathomorphological characteristic of intestinal pathologies of pheasants with generalized tuberculosis

L. M. Lyakhovich¹, A. U. Ulyanizka¹,
A. V. Zakharyev², L. O. Logachova¹, Z. M. Drobot³

¹Kharkiv State Zooveterinary Academy, Kharkiv

²National university of pharmacy, Kharkiv

³Higher medical educational institution of Ukraine «Ukrainian Medical Stomatological Academy», Poltava

Article info

Received

08.04.2020

Received in revised form

12.05.2020

Accepted

20.05.2020

¹Kharkiv State Zooveterinary Academy, Kharkiv
Academichna str., 1, Malaia Danilovka, Dergachi district, Kharkiv Region, 62341
E.mail: Liubov.vet@ukr.net

²National university of pharmacy, Kharkiv

³Higher medical educational institution of Ukraine «Ukrainian Medical Stomatological Academy», Poltava

Lyakhovich, L. M., Ulyanizka, A. U., Zakharyev, A. V., Logachova, L. O., & Drobot, Z. M. (2020). Pathomorphological characteristic of intestinal pathologies of pheasants with generalized tuberculosis. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, 5, 85-90. DOI: 10.31890/vttp.2020.05.16

The results of a pathomorphological study of intestinal wall of pheasants with tuberculosis were discussed. The object of the study were intestines of pheasants (n=5) which died from generalized tuberculosis.

The aim of the study was to describe and classify pathological changes in the intestinal wall of pheasants with tuberculosis.

Materials and research methods. The work was carried out at the department of normal and pathological morphology of KhSZVA. Methods of postmortem autopsy of birds with partial evisceration, macroscopic analysis of the condition of the intestinal wall, pathological examination of its samples, microscopy according to Zichl-Neelsen for the detection of acid-resistant mycobacteria, PCR were used.

Result of the research. We revealed tuberculous lesions with varying degrees of intensity and complexity in the intestinal wall of pheasants. Mycobacterium tuberculosis (stick-shaped red colored microorganisms) detected in smears-prints intestine walls altered fragments based on macroscopic data, histopathological studies of the intestinal wall, Zichl-Neelsen bacterioscopy, PCR results.

Tuberculous granulomas of alternative type predominated in the intestinal wall of pheasants. Proliferative granulomas were rarely detected. The complex of post-tuberculous reparative processes and indicators due to them was classified.

In the intestinal wall created alterative type of ulcers with perifocal fibrosis as a result of degradation of tuberculous granulomas. Scarring of ulcerative areas, local edema, abscess-like wall formations, strictures, partial obstruction of intestines were detected. Mixed forms of tuberculous intestinal lesions: nodular-ulcerative, including, with scarring and stenosis; nodular, including drain, with extra- and intramural abscess-like formations were diagnosed in four pheasants. Nodular monoform of intestinal lesions was classified in one pheasant.

Keywords: pheasants, tuberculosis avian, intestines, pathomorphological characteristic.

Патоморфологическая характеристика кишечных патологий при генерализованном туберкулезе фазанов

Л. М. Ляхович¹, А. Ю. Ульяницкая¹, А. В. Захарьев², Л. А. Логачева¹, З.Н. Дробот³

¹Харьковская государственная зооветеринарная академия, Харьков, Украина

²Национальный фармацевтический университет, Харьков, Украина

³ВГУЗУ «Украинская медицинская стоматологическая академия», Полтава, Украина

Рассмотрены результаты патоморфологического исследования кишечной стенки фазанов при туберкулезе. Объект исследования – кишечники фазанов (n=5), погибших от генерализованного туберкулеза. Цель исследования – изучить и классифицировать патоморфологические изменения кишечной стенки фазанов при туберкулезе.

Матеріали і методи досліджень. Робота виконувалась на кафедрі нормальної і патологічної морфології Харківської державної зооветеринарної академії. Використані методи патологоанатомічного вскрыття трупів птиці з частичною звисцерацией, макроскопічного аналізу стану кишкової стінки, патогістологічного дослідження її образців, мікроскопії по Циль-Нильсону для виявлення кислотоустойчивих мікобактерій, ПЦР.

У досліджуваних особей фазанів в кишкової стінці виявлені туберкульозні пошкодження різної ступеня інтенсивності і складності. При бактеріоскопії по Циль-Нильсону в мазках-отпечатках її змінених фрагментів виявлені мікобактерії туберкульозу (палочковидні мікроорганізми, окрашенні в червоний колір). Окончателю діагноз «Туберкульоз птиці» встановлено на основі даних макроскопічного вивчення, патогістологічних досліджень кишкової стінки, бактеріоскопії по Циль-Нильсону, результатів ПЦР.

В кишкової стінці фазанів переобладали туберкульозні гранулеми альтеративного типу. Пролиферативні гранулеми виявлялись рідко. Класифікований комплекс посттуберкульозних репаративних процесів і обумовлених ими показателів. При распаді туберкульозних гранул альтеративного типу в кишкової стінці утворювались язви з перифокальним фіброзом. Відзначені очаги рубцевання язвенних часток, локальні отеки, абсцесоподібні утворення стінки, стриктури, частична обструкція кишківника.

У чотирьох особей фазанів діагностовані змішані форми туберкульозних кишкових пошкоджень: вузликів-вузлуватих-язвенних, в т.ч. з рубцеванням і стенозом; вузликові, в т.ч., сливні, з екстра- і інтрамуральними абсцесоподібними утвореннями. У одній особі фазана класифікована вузликів моноформа кишкових пошкоджень.

Ключові слова: фазани, туберкульоз птиці, кишківник, патоморфологічна характеристика.

Патоморфологічна характеристика інтестинальних патологій за генералізованого туберкульозу фазанів

Л. М. Ляхович¹, А. Ю. Ульяницька¹, А. В. Захар'єв², Л. О. Логачова¹, З. М. Дребот³

¹Харківська державна зооветеринарна академія, Харків, Україна

²Національний фармацевтичний університет, Харків, Україна

³ВДНЗУ «Українська медична стоматологічна академія», Полтава, Україна

Наведені дані патоморфологічного дослідження кишківної стінки фазанів за генералізованого туберкульозу. Діагностовано змішані форми кишкових туберкульозних пошкоджень (вузликів-вузлуватих-язвенних, в т.ч., із цикатризацією та стенозом; вузликові – із абсцесоподібними екстра- та інтрамуральними утвореннями) та вузликів їх моноформа.

Ключові слова: фазани, туберкульоз птиці, кишківник, патоморфологічна характеристика.

Вступ

Актуальність теми. Розвиток багатьох захворювань людей, тварин та птиці пов'язаний із *Mycobacterium avium* complex (MAC) (Jaffré et al., 2020; Oshitani et al., 2020; Tzou et al., 2020; [Rivas, Hollinger, Oehler, Robbe-Austerman, & Paré](#), 2019; Goring et al., 2018; Taira et al., 2018; Garcia-Marcos, 2017; Hwang, Kim, Jo, & Shim, 2017; [Srivastava, Dahiya, Singh, & Kulshreshtha](#), 2017; Slany, Ulmann, & Slana, 2016; Polaček & Aleksić-Kovačević, 2016; Todoriko, & Shevchenko, 2016). Поліморфність зумовлених ними патологій у людей привертає увагу медичних фахівців різного профілю (Kreutz-Rodrigues, & Bakri, 2019; Mitrushkina, Smerdin, Stavitskaya, Lapyreva, & Lazebny, 2019; Griffith, & Aksamit, 2018; Auguste, Patel, & Siemieniuk, 2018; Vlachogianni et al., 2016). Інфікування MAC можливе за контакту із туберкульозною птицею. Рівень зараження докіль зростає за кишківної локалізації туберкульозного процесу у експаркової птиці, яка знаходиться на обмеженій території.

У зв'язку із ризиком виникнення мультирезистентних MAC, обробляти поголів'я птиці антитуберкульозними препаратами не рекомендується. Одування від туберкульозу за такої умови пов'язане із здатністю організму за допомогою репаративних процесів забезпечити регресію захворювання. За ураження кишківника це залежить від стану його лімфоїдних та інших структур, які мають видові, вікові, статеві та фізіологічні особливості (AbuAli, Mokhtar, Ali, [Wassif, & Abdalla](#), 2019; Parisa, Khojaste, & Mahdi, 2019; [Biasato](#) et al., 2018; Pandit, 2018; [Whiteside, van Horik, Langley, Beardsworth, & Madden](#), 2018; Wilkinson et al., 2018; Mabelebele, Norris, Brown, Ginindza, & Ngambi,

2017; Udoumoh, Igwebuike, & Ugwuoke, 2016; Mahmud, Shaba, Shehu, & DAbdussalam, 2015; Kovtun & Harchenko, 2005).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Часто захворювання людей за участі MAC мають атипову картину продромального періоду та асоційовані із іншими патологіями, в т.ч., із туберкульозом (Bazzi, Abulhamayel, Rabaan, & Al-Tawfiq, 2020; Cunha et al., 2020; [Olmedo-Reneaum, Molina-Jaimes, Conde-Vazquez, & Montero-Vazquez](#), 2020; Rivero-Perez et al., 2020; Sahu, Mishra, Lal, & Abraham, 2020; [Azar, Zimbric, Shedden, & Caverly](#), 2019; Lande, George, & Plush, 2018; AL-Harbi, 2016). Це ускладнює їхню діагностику та підкреслює доцільність трактування патогенезу мікобактеріозів, зокрема, туберкульозу, у ключі імунного порушення (Bénard et al., 2017). Схильність до нього зростає за лізосомних розладів (Berg et al., 2016). Доведено, що MAC індукуює апоптоз макрофагів ([Danelishvili](#) et al., 2018). Розвитку активної туберкульозної інфекції сприяє, зокрема, дефіцит в організмі D-вітаміну ([Brighenti, Bergman & Martineau](#), 2018). Це – суттєва умова за утримання фазанів у неволі. Відомі чинники, які стимулюють стійкість організму до мікобактеріальної інфекції внаслідок, наприклад, зменшення зони некрозу у туберкульозній грануломі завдяки відповідному збільшенню частки макрофагів (Ndlovu, & Marakalala, 2016; Pagán et al., 2016). Явище убіквітарності туберкульозних мікобактерій відоме давно, при цьому MAC можуть виживати у організмі найпростіших та водних екосистемах, в т.ч., штучних (Butler et al., 2020; Lande, 2019).

Описані різні аспекти туберкульозу декоративної та екзотичної птиці (Ledwoń, Napiorkowska, Augustynowicz-Kopeć, & Szeleszczuk, 2018; Ledwoń et al., 2018; Zikovitz et al., 2018; Álvarez, Moroni, & Verdugo, 2017; Parvandar, Mayahi, Mosavari, & Pajoohi, 2015; Krajewska, Czujkowska, Weiner, Lipiec, & Szulowski, 2015). Проте, патоморфологічна характеристика інтестинальних патологій за туберкульозу вказаної категорії пернатих висвітлена частково. Для мікобактеріозів властиві ентеральні патології (Hatta, Tabri, Muis, & Safriadi, 2019; Mohar, Saeed, Ramcharan, & Depaz, 2017). Повідомляється, що у фазана за туберкульозу у кишкової стінці виявляли трансмуральні вузлики (Álvarez et al., 2017). Ознакою туберкульозного пошкодження кишкової стінки за післязайного інспектування птиці вважається казеозний некроз (Yatsenko et al., 2015). У досліджених випадках кишкова патологія за туберкульозу фазанів мала різний прояв не лише у окремих особин, але – і в межах топографічних ділянок кишкової трубки (Liachovych et al., 2018). Її комплексне дослідження стандарта доповнить дані патоморфологічної картини туберкульозу птиці.

Мета роботи – дослідити та класифікувати патоморфологічні зміни у кишкостінці фазанів, які загинули за генералізованого туберкульозу.

Завдання дослідження: провести макроскопічне та патогістологічне дослідження кишкової стінки фазанів за туберкульозу.

Матеріали і методи досліджень

Робота проводилася на базі кафедри нормальної та патологічної морфології ХДЗВА. Об'єктом дослідження були кишечники дорослих фазанів (n=5), які загинули за туберкульозу. Використані методи патологоанатомічного розтину з неповною евісцерацією, макроскопічного аналізу стану кишкової трубки, патогістологічних досліджень та бактеріоскопії мазків-відбитків її фрагментів за методом Циля-Нільсена, ПЛР. Для патогістологічного дослідження кишкової стінки відбиралися її зразки у вигляді кільця шириною 0,3-0,5 см, фіксувалися у 10% формаліні із рН 7,2-7,4 та піддавалися стандартній гістологічній обробці із отриманням парафінових зрізів товщиною 5-7 мкм. Забарвлювали зрізи гематоксиліном та еозинном (Dobin & Kokurichev, 1963).

Результати та їх обговорення

У всіх досліджених екземплярах кишкової трубки фазанів виявлені специфічні для туберкульозу показники. Діагноз «*Tuberculosis avium*» встановлений на підставі результатів секційного дослідження, макроскопічних та патогістологічних досліджень кишкової стінки, бактеріоскопії її мазків-відбитків за методом Циля-Нільсена та ПЛР. Під час патоморфологічного дослідження кишкової трубки загинув фазанів диференційовані наступні форми туберкульозних інтестинальних патологій.

Вузликато-вузлувато-виразкова форма. За макроскопічного огляду кишкової трубки дорослого фазана серозна оболонка кишкової стінки була тьмяною, в деяких ділянках – повнокривою та/чи підвищено блискучою (межували почервонілі, косо розміщені кільцеподібні фокуси, які оперізували просвіт кишкової трубки, та – світло-сірі). По периметру кишкової трубки виділялися асиметричні сегментарні пошкодження (деформації за рахунок вузликотих та вузлуватих потовщень). Окремі із них були подібними на випуклу шапочку гриба. За розрізу тут кишкової стінки діагностовано поверхневі циркулярні виразки із сирнистим розпадом у центрі. Навколо деяких із них

(особливо – за використання слабо-кратної оптичної лупи) спостерігалися ділянки із гіперемією та набряком слизової оболонки. Класифікували виразки глибокі грибоподібні; свіжі (невеликих розмірів, із нерівними краями, починалися від краю брижі) та хронічні (мали більші розміри, рівні краї). За патогістологічного дослідження відповідних зразків виявлялися ознаки гістіоцитарної інфільтрації донної частини виразок; перифокальні набряки; судинні розлади (геморагії, ішемії).

Найінтенсивніше були пошкоджені порожня кишка, термінальні ділянки клубової кишки та сліпі кишки (їх шийна частина та тіло, де складки слизової оболонки були потовщеними та заповненими рідкими масами; в інших ділянках рельєф складок був згладженим чи не виявлявся). На патогістологічному рівні у зразках стінки сліпих кишок спостерігалися явища інфільтрації всіх шарів; крововиливи; тромбоз судин; локальний некроз.

Вузлувато-виразково-рубцева форма із локальним стенозом. Дорослий фазан загинув із явищами загальної кахексії, анемії та крайнього ступеню дегідратації (алгїду). За макроскопічного дослідження кишкової трубки на всьому її проміжку виявлялися деформації внаслідок множинних вузлуватих утворень та локальні інтенсивно пігментовані у червоний колір ділянки. Найбільша кількість вузлів знаходилася у порожній кишці. За розрізу окремих із них у їхній центральній частині були помітними сирнисті маси. У дистальному відділі порожньої кишки виявлялися геморагічні інфаркти стінки та виразки, покриті брудно-сіруватим нальотом та/чи масою, що нагадувала гнійний субстрат. По периметру виразок слизова оболонка була потовщеною. Частина виразок із кратероподібними краями та рівним дном, розміром від 5 до 7 мм, диференційовані, як глибокі: із руйнацією структур слизової оболонки, її підслизової основи та м'язового шару. Виразки виявлені також у дорсомедіальній частині стінки деформованих сліпих кишок. У порожній кишці деякі виразки були циркулярними. Внаслідок їх загоювання у окремих сегментах кишкової трубки спостерігалися скорочення із ущільненням стінки завдяки розвитку репаративних процесів. У випадку пошкодження глибоких шарів кишкової стінки (у ділянках із розміщенням вцілілих компонентів лімфоїдних структур) та серозної оболонки, мало місце продуктивне запалення, зокрема, із розвитком злукового процесу між сусідніми кишковими петлями. За поперечного розрізу кишкової трубки у ділянках із спазмуванням та зморщуванням стінки завдяки цикатризації (рубцевих стриктур) спостерігалось звуження просвіту (порожнього, без химусу).

Вагомими макроскопічними показниками пошкодження кишкової трубки були: вкорочення її відрізків, згладжені анатомічні вигини, локальні потовщення, ригідність та ішемія стінки, глибокі виразки із переважанням хронічних форм. За патогістологічного дослідження зразків кишкової стінки виявлялися епітеліоїдні гранульоми із сирнистим некрозом, які поширювалися на всю її товщину. У деяких фрагментах стінки шийки та тіла сліпих кишок у складках власної пластинки виявлялися вцілілі лімфоїдні вузлики.

Вузликато (зливна) форма із екстрамуральним абсцесом. У кишкостінці дорослої самиці фазана виявлені ділянки розширення та звуження просвіту, потовщення стінки у вигляді зливних вузликів та вузлів (гранульом) величиною до 0,5-1,2 см у діаметрі, а також два екстрамуральні абсцесоподібні утворення величиною 0,4 та 0,5 см (у стінці шийки та тіла лівої

сліпої кишки). Найбільша частина зливних гранульом містилася у порожній кишці. У двох її ділянках діагностовано часткову кишкову непрохідність, а у дистальній частині – звуження просвіту. У центральній частині гранульом містилися маси сирнистого некрозу. Рельєф слизової оболонки шийки та тіла сліпих кишок був зруйнованим. Класифіковано трансмуральні та локальні (субсерозні) пошкодження кишкової стінки.

Змішана вузликово-вузлувата із інтрамуральними абсцесоподібними утвореннями форма. За макроскопічного дослідження кишкової трубки фазана відмічалася деформація стінки за наявності: вузликів різної величини; ділянок метеоризму; туберкульозних виразок із сирнистим вмістом; інтрамуральних абсцесоподібних утворень; виразок із перифокальними фіброзами; рубців; стриктур; геморагічних інфарктів; набряків та часткової обструкції окремих сегментів. Поблизу ділянки шийки сліпих кишок (у межах розміщення дивертикулів) виявлені локальні гранулематозні розростання, за розрізу яких було помітним злиття сусідніх утворень. Над ними складки слизової оболонки були зруйнованими. У трьох локусах кишкової трубки виявлені інтрамуральні утворення, подібні до абсцесів: одне – у клубовій кишці, два – у лівій сліпій кишці.

За патогістологічного дослідження фрагментів стінки сліпої кишки встановлено, що всі її шари інфільтровані нейтрофілами, просвіти вцілілих судин – розширені та повнокровні. У зразках порожньої кишки виявлені гранульоми різних розмірів (переважно у підслизовому шарі); ділянки сирнистого некрозу; скупчення лімфоцитів; у власній пластинці слизової оболонки спостерігалися ознаки запалення із лімфоцитарною інфільтрацією, фіброзні процеси, деформація крипталних ділянок, локальна метаплазія епітелію, регенерація кишкових епітеліоцитів.

Вузликоса форма інтестинальних пошкоджень. За макроскопічного дослідження кишкової трубки дорослого фазана спостерігалися більш-менш рівномірно розсіяні по її периметру вузлики білувато-жовтуватого кольору розміром 0,2-0,3 та 0,5-0,6 см, між якими стінка зовнішню була збереженою. Найбільша кількість вузликів виявлена у стінці порожньої та клубової кишок (у підслизовій основі, окремі – у серозній оболонці). За патогістологічного дослідження зразків порожньої кишки виявлялися гранульоми із малою центральною частиною сирнистого некрозу в оточенні епітеліоїдних клітин, гігантських клітин типу Пирогова-Лангханса та лімфоцитів. У складі гранульом переважаючим (за площею) був клітинний компонент. Частина гранульом була без сирнистого вмісту. У клубовій кишці у власній пластинці слизової оболонки виявлялися ознаки запалення із лімфоцитарною інфільтрацією; у підслизовому шарі – вогнища гранулематозного запалення проліферативного типу, набряки; в окремих ділянках – гіперплазія лімфоїдних вузликів.

Домінантним типом кишкових патологій у досліджених випадках був альтеративний, за якого інтестинальні туберкульозні пошкодження класифіковані, як деструктивні. Гранульоми із класичною будовою (проліферативні), які характеризують перші етапи туберкульозного процесу, виявлені у окремих сегментах кишечника у двох особин фазанів. Факт одночасної наявності туберкульозних гранульом різних типів вказує на аліментарний шлях інфікування організму фазанів МАС із повторним інфікуванням та/чи інфікуванням нових локусів слизової оболонки кишкової стінки внаслідок ретроградного поширення збудників із первинно уражених ділянок,

гематогенного поширення (із утворенням вторинних туберкул), прямого розширення первинних фокусів. За гепаральної локалізації туберкульозних пошкоджень (Liachovych et al., 2019) можливим міг бути також варіант занесення МАС у просвіт кишкової трубки із печінки у складі жовчі.

Висновки

1. У досліджених фазанів, які загинули за генералізованого туберкульозу, переважали комбіновані форми інтестинальних пошкоджень: вузликово-вузлувато-виразкова, зокрема, із рубцюванням та стенозом; вузликова зливна із екстрамуральним абсцесоподібним утворенням; вузликово-вузлувата із інтрамуральними абсцесоподібними утвореннями.

2. У однієї особини фазанів діагностовано вузликову моноформу туберкульозних інтестинальних пошкоджень.

3. У досліджених випадках розвинулися ускладнення кишкових туберкульозних пошкоджень: часткова кишкова непрохідність, звуження просвіту кишкової трубки із порушенням пасажу її вмісту, геморагії, розвиток загальної кахексії, анемії, алгїду.

4. Деструктивний характер туберкульозних патологій кишкової стінки фазанів вказує на хронічний перебіг захворювання із ймовірними повторними інфікуваннями його збудниками.

Перспективи подальших досліджень. Планується проведення патоморфологічного дослідження різних органів та систем за туберкульозу птиці.

References

- AbuAli, A. M., Mokhtar, D. M., Ali, R. A., [Wassif, E. T. & Abdalla, K. E. H.](#) (2019). Cellular elements in the developing caecum of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*): morphological, morphometrical, immunohistochemical and electron-microscopic studies. *Sci Rep* 9, 16241. DOI:[10.1038/s41598-019-52335-x](#)
- AL-Harbi, A., AL-Jahdali, H., AL-Johani, S., Baharoon, S., Bin Salih, S., & Khan, M. (2016). Frequency and clinical significance of respiratory isolate s of non-tuberculous mycobacteria in Riyadh, Saudi Arabia. *Clin Respir J*, 10(2), 198-203. DOI: [10.1111/crj.12202](#)
- Álvarez, P.P., Moroni, M., & Verdugo, C. (2017). Avian tuberculosis in a Lady *Amherst's pheasant Chrysolophus. Austral J. Vet. Sci.*, 49(3), 213-215. DOI: [10.4067/S0719-813220170003000213](#)
- Auguste, B. L., Patel, A. D, & Siemieniuk, R. A. (2018). *Mycobacterium avium* complex infection presenting as persistent ascites. *CMAJ*, 190(13), 394-397. DOI: [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.* DOI: [10.1016/j.jcf.2019.07.007](#)
- Bazzi, A. M., Abulhamayel, Y., Rabaan, A. A., & Al-Tawfiq, 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*, 6, 827-829. DOI: [10.1016/j.jiph.2020.01.006](#)
- Bénard, A., Sakwa, I., Schierloh, P., Colom, A., Mercier, I., Tailleux, L. ... Hudrisier, D. (2017). B cells producing type I interferon modulate macrophage polarization in tuberculosis. *Am J Respir Crit Care Med*, 197(6), 801-813. DOI: [10.1164/rccm.201707-1475OC](#)
- Berg, R. D., Levitte, S., O'Sullivan, M. P., O'Leary, S. M., Cambier, C. J., Cameron, J., ... Ramakrishnan, L.

- (2016). Lysosomal disorders drive susceptibility to tuberculosis by compromising macrophage migration. *Cell*, 165, 139–52. DOI: [10.1016/j.cell.2016.02.034](https://doi.org/10.1016/j.cell.2016.02.034)
- [Biasato, I., Ferrocino, I., Biasibetti, E., Grego, E., Dabbou, S., Sereno, A., ... Capucchio, M. T.](#) (2018). Modulation of intestinal microbiota, morphology and mucin composition by dietary insect meal inclusion in free-range chickens. *BMC Veterinary Research*, 14, 383. DOI: [10.1186/s12917-018-1690-y](https://doi.org/10.1186/s12917-018-1690-y)
- [Brighenti, S., Bergman, P., & Martineau, A. R.](#) (2018). Vitamin D and tuberculosis: where next? (Review Symposium). *J Intern Med*, 284, 145–162. DOI: [10.1111/joim.12777](https://doi.org/10.1111/joim.12777)
- Butler, R. E., Smith, A. A., Mendum, T. A., Chandran, A., Wu, H., Lefrançois, L. ... Stewart, G. R. (2020). Mycobacterium bovis uses the ESX-1 Type VII secretion system to escape predation by the soil-dwelling amoeba Dictyostelium discoideum. *The ISME Journal*. DOI: [10.1038/s41396-019-0572-z](https://doi.org/10.1038/s41396-019-0572-z)
- 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. DOI: [10.1080/21505594.2018.1504559](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]
- Garcia-Marcos, P. W., Plaza-Fornieles, M., Menasalvas-Ruiz, A., Ruiz-Pruneda, R., Paredes-Reyes, P., & Miguelez, S. A. (2017). Risk factors of non-tuberculous mycobacterial lymphadenitis in children: a case-control study. *Eur J Pediatr*. 176(5), 607–613. DOI: [10.1007/s00431-017-2882-3](https://doi.org/10.1007/s00431-017-2882-3)
- Goring, S. M., Wilson, J. B., Risebrough, N. R., Gallagher, J., Carroll, S., Heap, K. J., ... Diel, R. (2018). The cost of Mycobacterium avium complex lung disease in Canada, France, Germany, and the United Kingdom: a nationally representative observational study. *BMC Health Serv Res*, 18(1), 700. DOI: [10.1186/s12913-018-3489-8](https://doi.org/10.1186/s12913-018-3489-8)
- Griffith, D. E., & Aksamit, T. R. (2018). Mycobacterium avium Complex and Bronchiectasis. There's Something Happening Here . . . *Am. J. Respir. Crit. Care Med*, 198(10), 1252-1253. DOI: [10.1164/rccm.201807-1243ED](https://doi.org/10.1164/rccm.201807-1243ED)
- [Hatta, M., Tabri, N. A., Muis, E., & Safriadi, S.](#) (2019). Intestinal tuberculosis: Case series of three patients. *Respiratory Medicine Case Reports*. 29, 100942. DOI: [10.1016/j.rmcr.2019.100942](https://doi.org/10.1016/j.rmcr.2019.100942)
- Hwang, J. A., Kim, S., Jo, K. W., & Shim, TS. (2017). Natural history of Mycobacterium avium complex lung disease in untreated patients with stable course. *Eur Respir J*. 49(3), 1600537. DOI: [10.1183/13993003.00537-2016](https://doi.org/10.1183/13993003.00537-2016)
- Jaffré, J., Aubry, A., Maitre, T., Morel, F., Brossier, F., Robert, J., Sougakoff, W., Veziris, N. & CNR-MyRMA (Centre National de Référence des Mycobactéries et de la Résistance des Mycobactéries aux Antituberculeux). (2020). Rational Choice of Antibiotics and Media for Mycobacterium avium Complex Drug Susceptibility Testing. *Front. Microbiol.* 11, 81. DOI: [10.3389/fmicb.2020.00081](https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00081)
- Kovtun, M. F., & Harchenko, L. P. (2005). Limfoidnyie obrazovaniya pischevaritel'noy trubki ptits: harakteristika i biologicheskoe znachenie. *Vestnik zoologii*, 39(6), 51–60. [in Russian]
- Krajewska, M., Czujkowska, A., Weiner, M., Lipiec, M., & Szulowski, K. (2015). Avian tuberculosis in a captive cassowary (Casuarius casuarius). *Bull Vet Inst Pulawy*, 59, 483-487. DOI: [10.1515/bvip-2015-0072](https://doi.org/10.1515/bvip-2015-0072)
- Kreutz-Rodrigues, L., & Bakri, K. (2019). Tenosynovitis Due to Mycobacterium avium Complex. *N Engl J Med*, 381, 2461. DOI: [10.1056/NEJMicm1901520](https://doi.org/10.1056/NEJMicm1901520)
- 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). DOI: [10.3201/eid2503.180336](https://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. DOI: [10.1097/QCO.0000000000000437](https://doi.org/10.1097/QCO.0000000000000437)
- Ledwoń, A., Augustynowicz-Kopeć, 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. DOI: [10.21521/mw.6001](https://doi.org/10.21521/mw.6001)
- Ledwoń, A., Napiórkowska, A., Augustynowicz-Kopeć, E., & Szeleszczuk, P. (2018). Drug Susceptibility of Non-tuberculous Strains of Mycobacterium Isolated from Birds from Poland. *Polish Journal of Microbiology*, 67(4), 487-492. DOI: [10.21307/pjm-2018-057](https://doi.org/10.21307/pjm-2018-057)
- Liakhovych, L., Shchetynskyi, I., Zakhariev, A., Ulianytska, A., Martiemianova, A., & Tkachova, K. (2018). Tuberkuloz fazaniv ta pavychiv: aspekty tanatohenezu. *Veterynariia, tekhnologii tvarynyntstva ta pryrodokorystuvannia*, (2), 56-58. DOI: [10.31890/vtpp.2018.02.08](https://doi.org/10.31890/vtpp.2018.02.08) [in Ukrainian]
- Liakhovych, L., Shchetynskyi, I., Zakhariev, A., Ulianytska, A., Martiemianova, A., Lyulin, P., & Kostyuk, I. (2019). Heparalni patolohii za tuberkulozu fasaniv: patomorfolohichniy analiz. *Veterynariia, tekhnologii tvarynyntstva ta pryrodokorystuvannia*. (3), 37-45. DOI: [10.31890/vtpp.2019.03.06](https://doi.org/10.31890/vtpp.2019.03.06) [in Ukrainian]
- Mabelebele, M., Norris, D., Brown, D., Ginindza, M. M., & Ngambi, J.W. (2017). Breed and Sex Differences in the Gross Anatomy, Digesta pH and Histomorphology of the Gastrointestinal Tract of Gallus Gallus Domesticus. *Brazilian Journal of Poultry Science*. Revista Brasileira de Ciência Avícola 19(2), 339-346. DOI: [10.1590/1806-9061-2016-0275](https://doi.org/10.1590/1806-9061-2016-0275)
- Mahmud, M. A., Shaba, P., Shehu, S. A., & DAbdussalam, W. (2015). Gross morphological and Morphometric Studies on Digestive Tracts of Three Nigerian Indigenous Genotypes of Chicken with Special Reference to sexual Dimorphism. *J. World's Poult. Res*, 5(2), 32-41. Retrieved from <http://jwpr.science-line.com>
- Mitrushkina, V. I., Smerdin, S.V., Stavitskaya, N.V., Lapyreva, I. A., & Lazebny, S.V. (2019). Klinicheskoe nablyudenie porazheniya kozhi Mycobacterium avium u bol'nogo tuberkulezom organov dyihaniya. *Vestnik dermatologii i venerologii*, 95(6), 61-67. DOI: [10.25208/0042-4609-2019-95-6-61-67](https://doi.org/10.25208/0042-4609-2019-95-6-61-67) [in Russian]
- [Mohar, S. M., Saeed, S., Ramcharan, A., & Depaz, H.](#) (2017). Small bowel obstruction due to mesenteric abscess caused by Mycobacterium avium complex in an HIV patient: a case report and literature review. *Journal of Surgical Case Reports*, 7. DOI: [10.1093/jscr/rjx129](https://doi.org/10.1093/jscr/rjx129)
- Ndlovu, H., & Marakalala, M. J. (2016). Granulomas and Inflammation: Host-Directed Therapies for Tuberculosis. *Front. Immunol.*, 24. DOI: [10.3389/fimmu.2016.00434](https://doi.org/10.3389/fimmu.2016.00434)
- [Olmedo-Reneaum, A., Molina-Jaimes, A., Conde-Vazquez, E., & Montero-Vazquez, S.](#) (2020). Rosai-Dorfman disease and superinfection due to Salmonella enterica and Mycobacterium avium complex in a patient living

- with HIV. [IDCases](#), **19**, e00698. DOI: [10.1016/j.idcr.2020.e00698](#)
- Oshitani, Y., Kitada, S., Eda, R., [Tsujino](#), K., [Kagawa](#), H., [Yoshimura](#), K. ... & [Kida](#), H. (2020). Characteristic chest CT findings for progressive cavities in *Mycobacterium avium* complex pulmonary disease: a retrospective cohort study. *Respir Res*, **21**, 10. DOI: [10.1186/s12931-020-1273-x](#)
- Pagán, A. J., Yang, C.-T., Cameron, J., Swaim, L. E., Ellett, F., Lieschke, G. J., & Ramakrishnan, L. (2015). Myeloid Growth Factors Promote Resistance to Mycobacterial Infection by Curtailing Granuloma Necrosis through Macrophage Replenishment. *Cell Host Microbe*, **18**(1), 15–26. DOI: [10.1016/j.chom.2015.06.008](#)
- Pandit, K., Dhote, B. S., Mahanta, D., Sathapathy, S., Tamilselvan, S., Mrigesh, M. & Mishra, S. (2018). Gross and Ultra-Structural Studies on the Large Intestine of Uttara Fowl. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, **7**(3), 1464-1476. DOI: [10.20546/ijcmas.2018.703.175](#)
- Parisa, B., Khojaste, B., & Mahdi, S. (2019). Morphohistology of the alimentary canal of pheasant (*Phasianus colchicus*). *Onl J Vet Res*, **23**(6), 615-627.
- Parvandar, K., Mayahi, M., Mosavari, N., & Pajoohi, R. (2015). Drug susceptibility testing of *Mycobacterium avium* subsp. *avium* isolates from naturally infected domestic pigeons to avian tuberculosis. *Iran J Microbiol*, **7**(5), 260–264.
- Polaček V., & Aleksić-Kovačević, S. (2016). Mycobacteriosis in pigs – an underrated threat. *Acta Veterinaria-Beograd*, **66**(4), 429-443. DOI: [10.1515/acve-2016-0037](#)
- [Rivas, A. E.](#), [Hollinger, C.](#), [Oehler, D. A.](#), [Robbe-Austerman, S.](#) & [Paré, J. A.](#) (2019). Diagnosis and management of mycobacteriosis in a colony of little penguins (*Eudyptula minor*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, **50**(2), 427-436. DOI: [10.1638/2018-0190](#)
- Rivero-Perez, N., Ocampo-López, J., Valladares-Carranza, B., de Anda, F. R., Jiménez, F. J., Juárez, V. M., & Zaragoza-Bastida, A. (2020). Molecular isolation and identification of *Mycobacterium avium* subsp. *hominissuis* in *Didelphis virginiana* from Hidalgo, Mexico. *Asian Pac J Trop Med*, **13**, 131-6. <http://www.apitm.org/text.asp?2020/13/3/131/278098>
- Sahu, K. K., Mishra, A. K., Lal, A., & Abraham, G. M. (2020). *Mycobacterium Avium* complex: A rare cause of pancytopenia in HIV infection. *J Microsc Ultrastruct*, **8**, 27-30. <http://www.jmau.org/text.asp?2020/8/1/27/271971>
- Slany, M., Ulmann, V., & Slana, I. (2016). Avian mycobacteriosis: still existing threat to humans. *Biomed Res Int*, 4387461. DOI: [10.1155/2016/4387461](#)
- [Srivastava, V.](#), [Dahiya, A.](#), [Singh, S. V.](#), & [Kulshreshtha, S.](#) (2017). Diagnostic approaches to avian tuberculosis. *World's Poultry Science Journal*, **73**(4), 857-871. DOI: [10.1017/S0043933917000836](#)
- Taira, N., Kawasaki, H., Takahara, S., Chibana, K., Atsumi, E., & Kawabata T. (2018). The Presence of Coexisting Lung Cancer and Non-Tuberculous Mycobacterium in a Solitary Mass. *Am J Case Rep*, **26**(19), 748-751. DOI: [10.12659/AJCR.908090](#)
- Todoriko, L. D., & Shevchenko, O. S. (2016). Suchasni aspekty lehenyehoho mikobakteriozu (analychnyy ohlyad). *Aktualnaia ynfektolohyia*, **4**(13), 13-21. DOI: [10.22141/2312-413x.4.13.2016.91449](#). [in Ukrainian].
- [Tzou, C. L.](#), [Dirac, M. A.](#), [Becker, A. L.](#), [Beck, N. K.](#), [Weigel, K. M.](#), [Meschke, J. S.](#), & [Cangelosi, G. A.](#) (2020). Association between *Mycobacterium avium* Complex Pulmonary Disease and Mycobacteria in Home Water and Soil. *Ann Am Thorac Soc*, **17**(1), 57-62. DOI: [10.1513/AnnalsATS.201812-915OC](#)
- Udumoh, A. F., Igwebu, U. M., & Ugwuoke, W. I. (2016). Morphological features of the distal ileum and ceca of the common pigeon (*Columba livia*). *J Exp Clin Anat*, **15**, 27-30. DOI: [10.4103/1596-2393.190827](#)
- Vlachogianni, P., Volosyraki, M., Stefanidou, M., Krueger-Krasagakis, S., Evangelou, G., Haniotis, V. ... Krasagakis, K. (2016). *Mycobacterium Avium* Auricular Infection in an Apparent Immunocompetent Patient: a Case Report. *Folia Medica*, **58**(2), 131-135. DOI: [10.1515/folmed-2016-0012](#)
- [Whiteside, M. A.](#), [van Horik, J. O.](#), [Langley, E. J. G.](#), [Beardsworth, C. E.](#), & [Madden, J. R.](#) (2018). Size dimorphism and sexual segregation in pheasants: tests of three competing hypotheses. *PeerJ*, **6**, e5674. DOI: [10.7717/peerj.5674](#)
- Wilkinson, N., Dinev, I., Aspden, W. J., Hughes, R. J., Christiansen, I., Chapman, J., ... Stanley, D. (2018). Ultrastructure of the gastro intestinal tract of healthy Japanese quail (*Coturnix japonica*) using light and scanning electron microscopy. *Animal Nutrition*, **4**(4), 378-387. DOI: [10.1016/j.aninu.2018.06.006](#)
- Yatsenko, I. V., Bohatko, N. M., Biben, I. A., Busol, L. V., Binkevych, V. Ia., Zazharska, N. M. ... Kyrychenko, V. M. (2015). *Atlas veteryarno-sanitarnoho inspektuvannia produktiv zaboju tvaryn*. Kharkiv : RVV Kharkivskoi derzhavnoi zooveteryarnoi akademii, 274-276. [in Ukrainian]
- [Zikovitz, E.](#), [Andrea, J.](#), [Bicknese, E.](#), & [Pye, W.](#) (2018). Resolution of a Localized Granuloma Caused by *Mycobacterium avium-intracellulare* Complex on the Cere of a Bruce's Green Pigeon (*Treron waalia*). *Journal of Avian Medicine and Surgery*, **32**(4), 322-327. DOI: [10.1647/2016-218](#)