
Sección: Artículos de revisión

Clamidiosis en aves

Artículo de Portu AI

CIENCIA VETERINARIA, Vol. 23, Nº 1, enero-junio de 2021, ISSN 1515-1883 (impreso) E-ISSN 1853-8495 (en línea), pp. 17-28

DOI: <http://dx.doi.org/10.19137/cienvet202123104>

Clamidiosis en aves

Avian Chlamydiosis

Clamidiose em aves

Portu AI¹

¹ Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Pampa. Calle 5 esq . 116. (6360) General Pico, La Pampa. República Argentina.

Correo electrónico: aportu@vet.unlpam.edu.ar

RESUMEN

Las especies del género *Chlamydia* pueden infectar diversos epitelios de humanos y animales, causando enfermedades de gravedad variable, algunas de transmisión zoonótica, y pérdidas en la producción de alimentos. La psitacosis es una zoonosis causada por *Chlamydia psittaci* y ha sido ampliamente estudiada. Si bien la presencia de esta especie en los animales de cría no es una novedad, en los últimos años se ha incrementado la búsqueda y el reporte de distintas especies de clamidias, en especial en aves. El presente artículo de revisión tiene como objetivo brindar una actualización en las especies de *Chlamydia* involucradas en las infecciones aviarias, su clasificación taxonómica, prevalencia en el mundo e importancia zoonótica y productiva.

Palabras clave: Chlamydiae, clamidias, aves, psitacosis, zoonosis

ABSTRACT

Species of the genus *Chlamydia* may infect various human and animal epithelia, causing diseases of varying severity, some of zoonotic transmission, and losses in food production. Psittacosis is a zoonosis caused by *Chlamydia psittaci* and has been widely studied. Although the presence of this species in breeding animals is not new, in recent years the search for and reporting of different species of chlamydia, especially in birds, has increased. This review article aims to provide



Esta obra se publica bajo licencia Creative Commons 4.0 Internacional. (Atribución-No Comercial-Compartir Igual) a menos que se indique lo contrario, <http://www.creativecommons.org.ar/licencias.html>

an update on the Chlamydia species involved in avian infections, their taxonomic classification, prevalence in the world, and zoonotic and productive importance

Keywords: Chlamydiae, chlamydia, birds, psittacosis, zoonosis

RESUMO

As espécies do gênero Chlamydia podem infectar diversos epitélios de humanos e animais, causando doenças de gravidade variável, algumas de transmissão zoonótica e perdas na produção de alimentos. A psitacose é uma zoonose causada por Chlamydia psittaci e tem sido amplamente estudada. Embora a presença dessa espécie em criadouros não seja uma novidade, nos últimos anos tem aumentado a busca e a notificação de diferentes espécies de clamídia, principalmente em aves. O objetivo deste artigo de revisão é fornecer uma atualização sobre as espécies de Chlamydia envolvidas em infecções aviárias, sua classificação taxonômica, prevalência no mundo e importância zoonótica e produtiva.

Palavras-chave: Chlamydia, clamídias, aves, psitacose, zoonose

Fecha recepción: 06/02/2021

Aceptado para publicar: 18/03/2021

Introducción

Las infecciones por bacterias de la familia *Chlamydiaceae* afectan humanos y animales con una gran amplitud de hospedadores y manifestaciones clínicas ⁽¹⁾. Algunas de esas infecciones tienen riesgo zoonótico comprobado, como las que causan *C. psittaci* y *C. abortus* y otras aún deben ser investigadas ⁽²⁾. Por su ciclo de vida único y dificultad en el aislamiento en el laboratorio convencional bacteriológico es que esta familia se ha comenzado a estudiar en profundidad gracias a las herramientas de biología molecular disponibles. Es por ello que la taxonomía del phylum *Chlamydiae* se encuentra en constante revisión y ampliación.

En las aves, históricamente el único integrante de la familia *Chlamydiaceae* que se consideraba de importante fue *C. psittaci*. Sin embargo, son cada vez más los reportes de nuevas especies aisladas de brotes de infecciones respiratorias y gastrointestinales que no se deben a *C. psittaci* ^(3,4). En nuestro país, la producción avícola podría

beneficiarse de datos epidemiológicos certeros de la circulación de estas especies, por lo que sería de gran utilidad contar con estudios de prevalencia asociados a datos clínicos y productivos.

Materiales y métodos

Se incluyeron en la presente revisión todas las publicaciones actuales (menos de 5 años) en las que se exponen cambios y propuestas de cambios en la taxonomía del phylum Chlamydiae publicadas por grupos de investigación de clamidias y consensos internacionales. Con respecto a las especies presentes en aves, se revisaron los reportes de la presencia de *C. psittaci* y otras en aves de compañía, de vida libre y de cría de los últimos 10 años en todo el mundo (tomando palabras claves en español e inglés como *Chlamydiae*, avian, pigeons, poultry, psittacosis). Las bases de datos consultadas corresponden a PubMed, Science Direct y SciELO. Se incluyeron los reportes con un número de muestras mayor a 50. Se consultaron referencias en artículos de revisión actualizados.

Resultados

TAXONOMÍA Y CAMBIOS EN EL PHILUM CHLAMYDIAE

Las clamidias son bacterias de vida intracelular obligada pertenecientes a la familia *Chlamydiaceae*. Esta familia se ubica taxonómicamente dentro del orden *Chlamydiales*, junto con otras 8 familias que comparten una similitud del 90% en las secuencias genómicas que codifican para el ARN ribosomal 16S⁽⁵⁾. Si bien el orden *Chlamydiales* es el único que compone a la clase *Chlamydiia* y phylum *Chlamydiae*, existen propuestas para establecer el orden *Parachlamydiales*⁽⁶⁾. En 2019, el International Committee on Systematics of Prokaryotes (ICSP) Subcommittee on the taxonomy of *Chlamydiae* ratificó la clasificación vigente sin aceptar la propuesta del orden *Parachlamydiales* por considerarla preliminar aún, y con falta de evidencia metagenómica concluyente.⁽⁷⁾

Dentro de la familia *Chlamydiaceae* se encuentran trece especies de un único género: *Chlamydia trachomatis*, *C. abortus*, *C. muridarum*, *C. pneumoniae*, *C. psittaci*, *C. caviae*, *C. felis*, *C. pecorum*, *C. Suis*, *C. caviae* y *C. gallinacea* y las dos últimas especies identificadas como *Chlamydia serpentis* y *Chlamydia poikilothermis*^(8,9). Previamente, la familia se había dividido en dos géneros: *Chlamydia* y *Chlamydophila*⁽¹⁰⁾ Sin embargo, en 2010, el Bergey's Manual of Systematic Bacteriology publicó una propuesta de retornar al género único *Chlamydia* para todas las

especies descritas de la familia *Chlamydiaceae* ya que la nomenclatura propuesta por Everett no ha sido ampliamente aceptada en la comunidad científica ^(8,11,12). Esta propuesta de rechazar la división del género *Chlamydia* fue confirmada ⁽⁸⁾ ya que las similitudes en las secuencias que codifican para el ARNr 16S y las características fenotípicas de todas las especies de la familia *Chlamydiaceae* no justifican la división en dos géneros.

En las aves, *C. psittaci* es la especie de mayor circulación, en especial en psitácidos y palomas, mientras que en aves de corral, existen numerosos reportes de aislamientos de *C. gallinacea* ⁽¹³⁻¹⁵⁾, de la cual se desconoce su potencial zoonótico. También se han descrito infecciones aviares producidas por *C. avium* y la especie candidato *Chlamydia buteonis*. ^(16,17) Esta última especie ha sido aislada de una variedad de halcones en 2019 ⁽¹⁷⁾, pero aún no ha sido publicada oficialmente por el ICSP. Incluso, las especies clamidiales *C. abortus*, *C. pecorum*, *C. trachomatis*, *C. suis* y *C. muridarum* se han aislado en aves ⁽¹⁵⁾. Es por todo esto que la Organización Mundial por la Salud Animal (OIE) extendió la definición de clamidiosis aviar a todas las especies, no sólo *C. psittaci*, que se han demostrado como patógenos aviares ⁽¹⁾.

CICLO DE VIDA, TRANSMISIÓN Y PATOLOGÍA

Las bacterias del phylum *Chlamidiae* alternan su morfología y metabolismo entre dos estadios: el cuerpo elemental (CE) y el cuerpo reticulado (CR). El CE es metabólicamente inactivo pero infectivo y permite la sobrevivencia extracelular, mientras que el CR es metabólicamente activo, no infectivo. Las clamidias se multiplican en el citoplasma de las células eucariotas susceptibles dentro de una vacuola denominada inclusión, formada por la fusión de las membranas de los compartimientos fagocíticos donde se internalizan los CE. Por cambios físicos en la membrana externa y en la condensación de su material genético, los CE se diferencian en CR, que multiplican dentro de la inclusión. Luego, los cuerpos reticulados se diferencian en nuevos cuerpos elementales que son liberados de la célula hospedadora para infectar nuevas células y comenzar el ciclo nuevamente. Este ciclo tan particular se sigue estudiando con técnicas de metabolómica y proteómica, ya que la biología de estos microorganismos y la interacción con el hospedador son claves en la transmisión y el desenlace exitoso de las infecciones ^(18,19).

La transmisión de la infección se produce por inhalación de los cuerpos elementales que son eliminados por un individuo infectado, ya sea por secreciones o deposiciones. En particular, los cuerpos elementales

de *C. psittaci* son muy resistentes a la temperatura y desecación y pueden mantenerse viables por mucho tiempo. ⁽²⁰⁾

Clínicamente, en las aves se observan síntomas respiratorios y/o gastrointestinales inespecíficos, que pueden incluir fiebre, letargo, rinorrea, secreciones conjuntivales, disminución de peso y de producción de huevos en aves de corral. También es frecuente observar deterioro del plumaje. La infección puede evolucionar en una enfermedad sistémica, dependiendo de la especie y condiciones del hospedador, así como también de la virulencia de la especie y genotipo de *Chlamydia* involucrado. Los cuerpos elementales de las bacterias pueden eliminarse por un largo período de tiempo, provocando la diseminación a otras aves (y humanos en contacto con las aves) que derivan en los brotes con importantes pérdidas económicas. A su vez, las aves de compañía o de vida libre en ciudades actúan como reservorios y vectores de estos patógenos pudiendo transmitirlos a los humanos, de allí que el estudio de la presencia de clamidias en aves (y/o sus heces) en plazas y establecimientos de cría ha cobrado importancia en todo el mundo ^(14,21-26).

ESPECIES DE IMPORTANCIA EN AVES: CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS Y EPIDEMIOLOGÍA

Chlamydia psittaci

Chlamydia psittaci es el agente clamidial más frecuentemente aislado en aves de distintas especies (más de 400). Al igual que la mayoría de las clamidias ampliamente estudiadas, las variaciones en el gen *ompA* que codifica para la proteína principal de membrana externa (MOMP) son las que determinan la clasificación en distintos genotipos. En el caso de *C. psittaci*, se han descrito nueve genotipos (A-F, E/B, WC y M56), algunos de ellos con mayor asociación a un determinado hospedador ⁽²⁷⁻²⁹⁾. Los genotipos A - F se encuentran principalmente en aves psitácidas, mientras que el genotipo B es el de mayor prevalencia en palomas, el C en patos y gansos y el D en pavos. El genotipo E se ha detectado en varias especies de aves, incluyendo palomas. Los genotipos WC y M56 se asocian mayormente a mamíferos, ganado y roedores principalmente ⁽³⁾. Las infecciones en humanos son, en su mayoría, causadas por el genotipo A, aunque esto puede deberse a que se detecte con mayor frecuencia por la gravedad de la infección. La patología causada por *C. psittaci* en humanos es denominada psitacosis u ornitosis, y su curso puede ser asintomático o manifestarse como una infección respiratoria leve, moderada, o una neumonía adquirida en

la comunidad grave con requisitos de asistencia ventilatoria mecánica⁽³⁰⁾. Se estima que la infección es subdiagnosticada, ya que no se incluye en los estudios microbiológicos de rutina, salvo que exista un nexo epidemiológico que así lo justifique. Sin embargo, debe considerarse que la alta circulación de *C. psittaci* en aves libres y domesticadas presentes en distintas ciudades y temperaturas del mundo, podría explicar muchos casos de neumonías atípicas sin diagnóstico definitivo⁽³¹⁾. Dichas infecciones requieren el tratamiento con los antibióticos adecuados para detener el curso de la misma y evitar la utilización innecesaria de los que no son efectivos en la infección por clamidias^(32,33).

En distintas partes del mundo, principalmente en Europa y Asia, se ha detectado la presencia de *C. psittaci* en aves psitácidas de compañía y de vida libre en parques y en palomas de plazas de ciudades de Holanda, Suiza, Polonia, España, Italia, Taiwan e Irán^(14,23-26,28,31,34-37), y en menor medida en América^(38,39) utilizando técnicas de biología molecular para amplificar el material genético en las heces o en muestras de las aves. Los distintos algoritmos de detección e identificación incluyen PCR en tiempo real de familia *Chlamydiaceae*, PCR y genotipificación y/o microarrays^(40,41). En estudios de seroprevalencia se utilizaron inmunoensayos para detección de anticuerpos, obteniendo valores de prevalencia muy altos dependiendo de la población⁽¹⁴⁾. En nuestro país, se realizó un estudio similar muestreando las heces de palomas de más de 10 plazas y parques de la Ciudad de Buenos Aires, en el que se detectó un 9% de prevalencia de ADN de *Chlamydiaceae* en las heces de las aves y la presencia del genotipo B de *C. psittaci*⁽⁴²⁾.

Chlamydia gallinacea* y *Chlamydia avium

Estas dos especies fueron establecidas como tales en el estudio minucioso de 11 aislamientos de aves con síntomas respiratorios y/o gastrointestinales sin identificación definitiva⁽⁴³⁾. Seis de éstos aislamientos eran provenientes de aves psitácidas y palomas (hisopados cloacales, contenido intestinal, heces y bazo) en Alemania, Italia y Francia; y los cinco restantes se habían obtenido de hisopados cloacales de pollos en Francia, en coincidencia con casos de neumonía atípica en trabajadores relacionados a las aves⁽⁴⁴⁾. En todos los casos se había confirmado que la cepa no pertenecía al género *C. psittaci* ni ningún otro patógeno conocido. Todos los análisis genómicos realizados (secuenciación y análisis del gen *ompA* y ARNr 16S y análisis de secuencias de múltiples locus - MLSA-) coincidieron en que los parámetros obtenidos correspondían a dos nuevas especies: *Chlamydia avium* para los aislamientos de psitácidos y palomas y *Chlamydia gallinacea*

para los aislamientos provenientes de pollos. Esta última parecería tener mayor variabilidad genética entre los distintos integrantes de la especie.

Chlamydia avium ha sido aislada solamente de aves psitácidas y palomas, en particular de heces, hisopados cloacales y órganos. La transmisión es a través de aerosoles generados a partir de las heces secas y se estima que un gran porcentaje de las aves portadoras son asintomáticas. El potencial zoonótico aún se desconoce. In vitro se aísla en cultivos celulares formando inclusiones en la célula eucariota siguiendo un ciclo bifásico como el resto de las clamidias.

Chlamydia gallinacea se ha detectado en pollos y gallinas, pavos y otras aves de cría domésticas, principalmente en heces e hisopados cloacales. La transmisión y cultivo in vitro son similares a lo descrito para *C. avium* y *C. psittaci*. No existe evidencia concluyente de que sea causante de patología por sí sola y existen reportes de su amplia distribución en gallinas asintomáticas^(13,15,21,45), pero podría contribuir a empeorar el cuadro por *C. psittaci*. Como se ha mencionado previamente, se ha sugerido una probable transmisión zoonótica^(16,44).

Conclusiones

En base a lo revisado en el presente artículo, resulta evidente que la clamidiosis aviar es un tema de gran importancia zoonótica y productiva, del cual aún no se conoce su potencial por completo. En general, los brotes se notifican cuando existe contagio y enfermedad grave en los humanos, pero se han mencionado reportes de prevalencia de la infección en aves asintomáticas en distintas partes del mundo, lo que sugiere la necesidad de conocer la epidemiología y el manejo de las mismas en áreas y población potencialmente en riesgo. Un muestreo adecuado incluiría la elección de distintos establecimientos de aves domesticadas, aves de corral y aves libres, cuyas secreciones estén en contacto con operadores o habitantes del lugar. Desde el punto de vista productivo, se ha comprobado que la presencia de clamidias en aves disminuye el crecimiento y el peso de las mismas, a pesar de no presentar síntomas respiratorios. A su vez, la capacidad de infectar mamíferos sugiere un riesgo para animales de producción que se encuentren en contacto con aves infectadas o portadoras, y los trabajadores de ese rubro. Es necesario ampliar el estudio en nuestro país para caracterizar la distribución e impacto real que tienen estas infecciones en la región.

Bibliografía

1. Zaręba-Marchewka K, Szymańska-Czerwińska M, Niemczuk K. Chlamydiae – what's new? J.Vet.Res. 2020;64(4):461–7.
2. Cheong HC, Lee CYQ, Cheok YY, Tan GMY, Looi CY, Wong WF. Chlamydiaceae: Diseases in Primary Hosts and Zoonosis. Microorganisms [Internet]. 2019 May 24 [cited 2020 May 27];7(5). Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31137741>
3. Sachse K, Laroucau K, Vanrompay D. Avian Chlamydiosis. Vol. 2, Curr. Clin. Microbiol. Rep. Springer; 2015. p. 10–21.
4. Vanrompay D. Avian Chlamydiosis. In: Diseases of Poultry: Thirteenth Edition. 2017.
5. Taylor-Brown A, Vaughan L, Greub G, Timms P, Polkinghorne A. Twenty years of research into Chlamydia-like organisms: A revolution in our understanding of the biology and pathogenicity of members of the phylum Chlamydiae. Pathogens and Disease. 2015;73(1):1–15.
6. Gupta RS, Naushad S, Chokshi C, Griffiths E, Adeolu M. A phylogenomic and molecular markers based analysis of the phylum Chlamydiae: proposal to divide the class Chlamydia into two orders, Chlamydiales and Parachlamydiales ord. nov., and emended description of the class Chlamydia. Antonie van Leeuwenhoek, International Journal of General and Molecular Microbiology [Internet]. 2015 Sep 1 [cited 2021 Jan 30];108(3):765–81. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26179278/>
7. Borel N, Greub G. International committee on systematics of prokaryotes (ICSP) subcommittee on the taxonomy of chlamydiae. minutes of the closed meeting, 5 July 2018, woudschoten, zeist, The Netherlands. Vol. 69, Int. J. Syst. Evol. Microbiol. Microbiology Society; 2019. p. 2606–8.
8. Sachse K, Bavoil PM, Kaltenboeck B, Stephens RS, Kuo CC, Rosselló-Móra R, et al. Emendation of the family Chlamydiaceae: Proposal of a single genus, Chlamydia, to include all currently recognized species. Syst. Appl. Microbiol. [Internet]. 2015;38(2):99–103. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.syapm.2014.12.004>
9. Staub E, Marti H, Biondi R, Levi A, Donati M, Leonard CA, et al. Novel Chlamydia species isolated from snakes are temperature-sensitive and exhibit decreased susceptibility to azithromycin. Scientific Reports. 2018 Dec 1;8(1).
10. Everett KDE, Bush RM, Andersen AA. Emended description of the order Chlamydiales, proposal of Parachlamydiaceae fam. nov. and Simkaniaceae fam. nov., each containing one monotypic genus, revised taxonomy of the family Chlamydiaceae, including a new genus and five new species, and standards. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. [Internet]. 1999;49(2):415–40. Available from: <http://ijs.microbiologyresearch.org/content/journal/ijsem/10.1099/00207713-49-2-415>
11. Stephens RS, Myers G, Eppinger M, Bavoil PM. Divergence without difference: phylogenetics and taxonomy of *Chlamydia* resolved. FEMS Immunology & Medical Microbiology [Internet]. 2009 Mar 1 [cited 2018 Sep 7];55(2):115–9. Available from: <https://academic.oup.com/femspd/article-lookup/doi/10.1111/j.1574-695X.2008.00516.x>

-
12. Kalayoglu M v, Byrne GI. The Genus Chlamydia—Medical. In: The Prokaryotes [Internet]. New York, NY: Springer New York; 2006 [cited 2018 Sep 7]. p. 741–54. Available from: http://link.springer.com/10.1007/0-387-30747-8_30
 13. Donati M, Laroucau K, Guerrini A, Balboni A, Salvatore D, Catelli E, et al. Chlamydiosis in Backyard Chickens (Gallus gallus) in Italy. Vector-Borne and Zoonotic Diseases [Internet]. 2018 Apr 1 [cited 2020 Mar 8];18(4):222–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29595407>
 14. Magnino S, Haag-Wackernagel D, Geigenfeind I, Helmecke S, Dovč A, Prukner-Rado- včić E, et al. Chlamydial infections in feral pigeons in Europe: Review of data and focus on public health implications. Veterinary Microbiology [Internet]. 2009 Mar 16 [cited 2020 Mar 8];135(1–2):54–67. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18977610>
 15. Guo W, Li J, Kaltenboeck B, Gong J, Fan W, Wang C. Chlamydia gallinacea, not C. psittaci, is the endemic chlamydial species in chicken (Gallus gallus). Scientific Reports [Internet]. 2016 Apr 18 [cited 2020 Mar 8];6(1):19638. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26778053>
 16. Sachse K, Laroucau K. Avian chlamydiosis: Two more bacterial players discovered [Internet]. Vol. 200, Veterinary Journal. Bailliere Tindall Ltd; 2014 [cited 2021 Jan 27]. p. 347–8. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1090023314001026>
 17. Laroucau K, Vorimore F, Aaziz R, Solmonson L, Hsia RC, Bavoil PM, et al. Chlamydia buteonis, a new Chlamydia species isolated from a red-shouldered hawk. Syst. Appl. Microbiol. 2019 Sep 1;42(5).
 18. Elwell C, Mirrashidi K, Engel J. Chlamydia cell biology and pathogenesis. Vol. 14, Nature Reviews Microbiology. Nature Publishing Group; 2016. p. 385–400.
 19. Bastidas RJ, Elwell CA, Engel JN, Valdivia RH. Chlamydial intracellular survival strategies. Cold Spring Harb Perspect Med. 2013;3(5).
 20. Wannaratana S, Thontiravong A, Amonsin A, Pakpinyo S. Persistence of Chlamydia psittaci in Various Temperatures and Times. Avian Diseases [Internet]. 2017 Mar [cited 2020 Mar 8];61(1):40–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28301242>
 21. Szymańska-Czerwińska M, Mitura A, Zaręba K, Schnee C, Koncicki A, Niemczuk K. Poultry in Poland as Chlamydiaceae Carrier. J.Vet. Res. [Internet]. 2017 Dec [cited 2020 May 27];61(4):411–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29978103>
 22. Sachse K, Kuehlewind S, Ruettger A, Schubert E, Rohde G. More than classical Chlamydia psittaci in urban pigeons. Veterinary Microbiology. 2012 Jun 15;157(3–4):476–80.
 23. Ghorbanpoor M, Bakhtiari N-M, Mayahi M, Moridveisi H. Detection of Chlamydia psittaci from pigeons by polymerase chain reaction in Ahvaz. Iranian J. Microb. [Internet]. 2015 Feb [cited 2020 Mar 8];7(1):18–22. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26644869>

24. Marenzoni ML, Morganti G, Moretta I, Crotti S, Agnetti F, Moretti A, et al. Microbiological and parasitological survey of zoonotic agents in apparently healthy feral pigeons. *Pol. J. Vet. Sci.* [Internet]. 2016 Jun 1 [cited 2020 Mar 8];19(2):309–15. Available from: <http://journals.pan.pl/dlibra/publication/120979/edition/105380/content>
25. Geigenfeind I, Vanrompay D, Haag-Wackernagel D. Prevalence of *Chlamydia psittaci* in the feral pigeon population of Basel, Switzerland. *J. Med. Microbiol.* [Internet]. 2012 Feb [cited 2020 May 27];61(Pt 2):261–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21921110>
26. Čechová L, Halánová M, Kalinová Z, Čisláková L, Halán M, Valenčáková A. Detection of *CHLAMYDIA PSITTACI* in feral pigeons (*COLUMBA LIVIA DOMESTICA*) in Slovakia and their characterisation. *AAEM.* [Internet]. 2015 Dec 4 [cited 2020 Mar 8];23(1):75–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27007521>
27. Hogerwerf L, Roof I, de Jong MJK, Dijkstra F, van der Hoek W. Animal sources for zoonotic transmission of psittacosis: a systematic review. *BMC Infectious Diseases* [Internet]. 2020 Dec 4 [cited 2020 Mar 8];20(1):192. Available from: <https://bmcinfectdis.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12879-020-4918-y>
28. Mattmann P, Marti H, Borel N, Jelocnik M, Albini S, Vogler BR. Chlamydiaceae in wild, feral and domestic pigeons in Switzerland and insight into population dynamics by *Chlamydia psittaci* multilocus sequence typing. Yildirim A, editor. *PLOS ONE* [Internet]. 2019 Dec 30 [cited 2020 Mar 8];14(12):e0226088. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31887111>
29. Kaleta EF, Taday EMA. Avian host range of *Chlamydophila* spp. based on isolation, antigen detection and serology. Vol. 32, *Avian Pathology*. 2003. p. 435–62.
30. Mair-Jenkins J, Lamming T, Dziadosz A, Flecknoe D, Stubington T, Mentasti M, et al. A Psittacosis Outbreak among English Office Workers with Little or No Contact with Birds, August 2015. *PLoS Currents* [Internet]. 2018 Apr 27 [cited 2020 Mar 8];10. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29854568>
31. Burt SA, Röring RE, Heijne M. *Chlamydia psittaci* and *C. avium* in feral pigeon (*Columba livia domestica*) droppings in two cities in the Netherlands. *Veterinary Quarterly* [Internet]. 2018 Jan 1 [cited 2020 Mar 8];38(1):63–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29806552>
32. Marenzoni ML, Morganti G, Moretta I, Crotti S, Agnetti F, Moretti A, et al. Microbiological and parasitological survey of zoonotic agents in apparently healthy feral pigeons. *Pol. J. Vet. Sci.* [Internet]. 2016 [cited 2020 Mar 8];19(2):309–15. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27487504>
33. Perez-Sancho M, García-Seco T, Porrero C, García N, Gomez-Barrero S, Cámara JM, et al. A ten-year-surveillance program of zoonotic pathogens in feral pigeons in the City of Madrid (2005–2014): The importance of a systematic pest control. *Vet. Sci. Res. J.* [Internet]. 2020 Feb 1 [cited 2020 Mar 8];128:293–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31869595>

-
34. Santos HM, Tsai CY, Catulin GEM, Trangia KCG, Tayo LL, Liu HJ, et al. Common bacterial, viral, and parasitic diseases in pigeons (*Columba livia*): A review of diagnostic and treatment strategies. Vol. 247, *Veterinary Microbiology*. Elsevier B.V.; 2020.
 35. Burt SA, Röring RE, Heijne M. *Chlamydia psittaci* and *C. avium* in feral pigeon (*Columba livia domestica*) droppings in two cities in the Netherlands. *The veterinary quarterly* [Internet]. 2018 Dec 1 [cited 2020 May 27];38(1):63–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29806552>.
 36. Mattmann P, Marti H, Borel N, Jelocnik M, Albini S, Vogler BR. Chlamydiaceae in wild, feral and domestic pigeons in Switzerland and insight into population dynamics by *Chlamydia psittaci* multilocus sequence typing. *PloS one* [Internet]. 2019 [cited 2020 May 27];14(12):e0226088. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31887111>.
 37. Liu S-Y, Li K-P, Hsieh M-K, Chang P-C, Shien J-H, Ou S-C. Prevalence and Genotyping of *Chlamydia psittaci* from Domestic Waterfowl, Companion Birds, and Wild Birds in Taiwan. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* [Internet]. 2019 Sep 1 [cited 2020 Mar 8];19(9):666–73. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30855216>.
 38. Sheleby-Elías J, Solórzano-Morales Á, Romero-Zuñiga JJ, Dolz G. Molecular detection and genotyping of *chlamydia psittaci* in captive psittacines from Costa Rica. *Vet. Med. Int.* 2013.
 39. Rodríguez-Leo C, Hernández V, Abou Orm S, Díaz Y, Camacho D, Arraiz N, et al. *Chlamydia psittaci* en aves psitacidas en dos parques zoológicos de Venezuela. *Acta Biologica Colombiana* [Internet]. 2017 [cited 2021 Jan 31];22(3):394–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v22n3.64742><http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/actabioloNOTABREVE/BRIEFNOTE>
 40. Sachse K, Vretou E, Livingstone M, Borel N, Pospischil A, Longbottom D. Recent developments in the laboratory diagnosis of chlamydial infections. *Vet. Microbiol.* 2009;135(1–2):2–21.
 41. Sachse K, Laroucau K, Hotzel H, Schubert E, Ehrlich R, Slickers P. Genotyping of *Chlamydia psittaci* using a new DNA microarray assay based on sequence analysis of *ompA* genes. *BMC Microbiology* [Internet]. 2008 [cited 2021 Jan 30];8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18419800/>
 42. ML. Gallo Vaulet, AI. Portu, AC. Entrocassi, M. Mestre, K. Sachse, M. Rodriguez Ferme-pin. Chlamydiaceae species and *Chlamydia psittaci* detection in fecal droppings from pigeons in Buenos Aires City public squares. In Amsterdam: Seventh Meeting of the European Society for Chlamydia research. Amsterdam, Holanda; 2012.
 43. Sachse K, Laroucau K, Riege K, Wehner S, Dilcher M, Creasy HH, et al. Evidence for the existence of two new members of the family Chlamydiaceae and proposal of *Chlamydia avium* sp. nov. and *Chlamydia gallinacea* sp. nov. *Syst. Appl. Microbiol.* [Internet]. 2014 Mar [cited 2021 Jan 27];37(2):79–88. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24461712/>
 44. Laroucau K, Vorimore F, Aaziz R, Berndt A, Schubert E, Sachse K. Isolation of a new chlamydial agent from infected domestic poultry coincided with cases of atypical

-
- pneumonia among slaughterhouse workers in France. *Infect. Genet. Evol.* [Internet]. 2009 Dec [cited 2021 Jan 31];9(6):1240–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19715775/>
45. Sachse K, Laroucau K. Two more species of Chlamydia-does it make a difference? *FEMS Pathogens and Disease* [Internet]. 2015;73:1–3. Available from: <https://academic.oup.com/femspd/article/73/1/1/527472>