

# POJAVNOST BAKTERIJA CHLAMYDIA PSITTACI U PERADI I NJIHOV ZONOTSKI POTENCIJAL

---

Đžeba, Hrvoje

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Veterinary Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:178:483188>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-03**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Veterinary Medicine -  
Repository of PHD, master's thesis](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**VETERINARSKI FAKULTET**

**Hrvoje Džeba**

**POJAVNOST BAKTERIJA *CHLAMYDIA PSITTACI* U  
PERADI I NJIHOV ZONOTSKI POTENCIJAL**

**Diplomski rad**

**Zagreb, 2021.**

**Zavod za bolesti peradi s klinikom**

**Predstojnik:**

Izv. prof. dr. sc. Željko Gottstein

**Mentor:**

Izv. prof. dr. sc. Danijela Horvatek Tomić

**Članovi povjerenstva za obranu diplomskog rada:**

1. izv. prof. dr. sc. Željko Gottstein
2. doc. dr. sc. Maja Lukač
3. izv. prof. dr. sc. Danijela Horvatek Tomić
4. izv. prof. dr. sc. Josipa Habuš (zamjena)

## **ZAHVALA**

*Zahvaljujem mentorici izv. prof. dr. sc. Danijeli Horvatek Tomić na uloženom trudu, vremenu, strpljenju, stručnim savjetima i materijalima za izradu ovog diplomskog rada.*

*Zahvaljujem obitelji i prijateljima na neizmjernejoj potpori kroz sve ove godine i što nisu odustajali od mene kad mi je bilo najteže.*

### **Popis slika i tablica:**

Slika 1. Prikaz elementarnih, retikularnih i intermedijarnih tjelešaca *C. psittaci* (Izvor: <https://www.cdc.gov/pneumonia/atypical/psittacosis/hcp/disease-specifics.html>)

Slika 2. Filogenetska analiza izolata *C. psittaci* na temelju nukleotidnog slijeda ompA gena (Izvor: PANG i sur., 2021.)

Slika 3. Prikaz kliničkih znakova i patoanatomskih promjena u purana (Izvor: SHIVAPRASAD i sur., 2015.)

Slika 4. Mikroskopski prikaz zračne vrećice pilića zaraženih *C. psittaci* (Izvor: YIN i sur., 2012.).

Slika 5. Vrste klamidija, patogenost, liječenje i osjetljivost na antimikrobne pripravke (Izvor: BOMMANA i POLKINGHORE, 2019.).

Slika 6. Vrste klamidija i njihov zoonotski potencijal (Izvor: RODOLAKIS i sur., 2009.)

## SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PREGLED REZULTATA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA	2
2.1. Bakterije roda <i>Chlamydia</i>	2
2.2. <i>Chlamydia psittaci</i>	3
2.2.1. Genotipovi <i>C. psittaci</i>	4
2.2.2. Načini širenja <i>C. psittaci</i>	6
2.3. <i>Chlamydia psittaci</i> u peradi	7
2.3.1. Etiologija i epizootiologija	7
2.3.2. Patogeneza	8
2.3.3. Klinička slika	9
2.3.4. Patoanatomske i patohistološke promjene	11
2.3.5. Dijagnostika	12
2.3.6. Liječenje	14
2.3.7. Profilaksa	16
2.4. Zoonotski potencijal <i>C. psittaci</i> izdvojene iz peradi	18
3. RASPRAVA	23
4. ZAKLJUČCI	26
5. LITERATURA	27
6. SAŽETAK	35
7. SUMMARY	36
8. ŽIVOTOPIS	37

## 1. UVOD

Infekcija ptica obligatno unutarstaničnom bakterijom *Chlamydia (C.) psittaci* predstavlja značajan problem u veterinarskoj i humanoj medicini diljem svijeta. Klamidioza ptica može se pojaviti u obliku subkliničke infekcije ili akutne, subakutne ili kronične bolesti koju karakterizira respiratorna, probavna ili sistemska zaraza. Klinički znakovi uvelike se razlikuju po težini i ovise o vrsti i dobi ptice te o genotipu klamidije. Povećano izlučivanje klamidija može biti potaknuto čimbenicima stresa kao što su druge istodobne infekcije, nedostatak hrane, razmnožavanje i prenapučenost.

Bolest kod ljudi je obično respiratorna i karakterizirana simptomima sličnima gripi, ali može dovesti do teške upale pluća. Uzgajivači ptica i osobe određenih zanimanja (zaposlenici u klaonicama ili farmama peradi, veterinari, laboratorijski radnici, radnici u zoološkim vrtovima i trgovinama kućnim ljubimcima) često su izloženi ovim bakterijama.

Dugo se vremena smatralo kako je perad otporna na zarazu sa *C. psittaci*, no u novije vrijeme sve je više dokaza o pojavnosti ovih klamidija u purana, kokoši i pataka. Najčešće klamidioza u peradi varira od asimptomatske do infekcije karakterizirane visokim morbiditetom i mortalitetom. Klinički znakovi su nespecifični i uključuju anoreksiju, apatiju, pad proizvodnje jaja, proljev, očni iscjedak i respiratorne bolesti.

Zbog zoonotskog potencijala *C. psittaci*, neophodno je dijagnostičko praćenje i izvješćivanje o infekcijama *C. psittaci* u peradi. Osim toga, učinkovito cjepivo i informativne kampanje o riziku od zoonoza i preventivnim mjerama protiv prijenosa *C. psittaci* svakako bi bile od koristi za zdravlje ljudi i životinja.

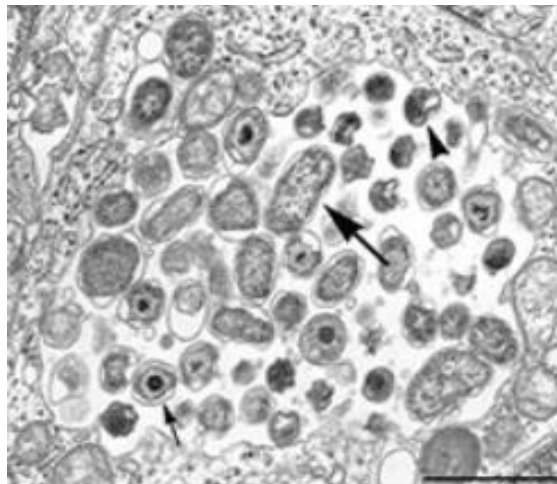
Ovaj pregledni rad opisuje bakteriju *C. psittaci*, njenu pojavnost u ptica s posebnim osvrtom na perad. U zasebnom dijelu opisuje se zoonotski potencijal *C. psittaci*, te se prikazuju literaturni podatci o pojavnosti klamidioze u ljudi, a koja je kao izvor bolesti mogla biti povezana sa peradi.

## 2. PREGLED REZULTATA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

### 2.1. Bakterije roda *Chlamydia*

Bakterije porodice *Chlamydiaceae* globalno su raširene i uzrokuju zarazne bolesti kod životinja i ljudi. Osim crijevnih, dišnih, očnih, spolnih i zglobnih infekcija, vrlo često znaju dovesti i do perzistentnih, subkliničkih i kroničnih bolesti (RODOLAKIS i MOHAMAD, 2009.)

Bakterije roda *Chlamydia* su obligatno intracelularne Gram-negativne bakterije sa jedinstvenim razvojnim ciklusom koji je karakteriziran pojavom elementarnih i retikularnih tjelešaca, značajnih u patogenezi ovih bakterija (RODOLAKIS i MOHAMAD, 2009.) (Slika 1.).



Slika 1. Prikaz elementarnih, retikularnih i intermedijarnih tjelešaca *C. psittaci* (Izvor: <https://www.cdc.gov/pneumonia/atypical/psittacosis/hcp/disease-specifics.html>)

U porodici *Chlamydiaceae* nalazimo 13 taksonomski klasificiranih vrsta i tri vrste *Candidatus*. Vrste u rodu *Chlamydia* su: *C. trachomatis*, *C. muridarum*, *C. suis*, *C. psittaci*, *C. abortus*, *C. caviae*, *C. felis*, *C. pneumoniae*, *C. pecorum*, *C. avium*, *C. gallinacea*, *C. serpentis*, *C. poikilothermis* (SACHE i sur., 2014.). Vrste *Candidatus* su: *Candidatus C. ibidis*, *Candidatus C. corallus* te *Candidatus C. sanzinia* (VORIMORE i sur., 2013.; TAYLOR-BROWN i sur., 2016.;



STAUB i sur., 2018.). Vrste *C. psittaci*, *C. suis*, *C. abortus* i *C. pecorum* su jedne od najznačajnijih patogena u stoke, sa značajnim kliničkim manifestacijama poput konjunktivitisa, artritisa, pneumonije i bolesti reproduktivnog sustava (BOREL i sur., 2018.). Također, bakterije roda *Chlamydia* su zastupljene, osim kod životinja, i kod ljudi, kao zoonotske vrste koje uzrokuju respiratorne infekcije i nepovoljne reproduktivne ishode (BOMMANA i POLKINGHORE, 2019.).

## **2.2. *Chlamydia psittaci***

Bakterija *C. psittaci* prvi je put opisana kao vrsta 1968. godine, te je, uz *C. trachomatis*, jedna od najpatogenijih klamidija. WYRICK i BROWNRIDGE su 1978. godine prvi opisali strukturalnu građu *Chlamydia* i sposobnost *C. psittaci* da inficira imune stanice. Smatra se da virulentnost *C. psittaci*, imuni odgovor domaćina, infekcijska doza te način prijenosa, određuju težinu i učestalost bolesti, no vrlo malo se zna o konkretnim parametrima interakcije između domaćina i patogena. Latentne infekcije su učestalije u usporedbi sa klinički manifestnim infekcijama kod ljudi i kod životinja.

Bakterija *C. psittaci* uzrokuje bolest u ljudi koja se ponekad naziva psitakoza, ornitoza ili papagajska groznica. Unatoč učestalosti, bolest se u ljudi rijetko prijavljuje zbog ne pronalaska patogena u rutinskim dijagnostičkim pretragama.

Vrsta *C. psittaci* je obligatna unutarstanična bakterija sa jedinstvenim bifazičnim razvojnim ciklusom koji se sastoji od zaraznih, no metabolički inaktivnih elementarnih tjelešaca, i nezaraznih metabolički aktivnih retikularnih tjelešaca. Za vrijeme bifazičnog razvojnog ciklusa, bakterije trebaju energiju i biosintetske prekursore inficirane stanice te su sposobne modulirati stanične funkcije poput apoptoze i imunog odgovora (KNITTLER i sur., 2014.).

Elementarno tjelešce je sitno, sferične građe i promjera 0.2-0.3  $\mu\text{m}$  te predstavlja zarazni oblik koji se veže i ulazi u epitelne stanice (SACHSE i sur., 2015.). Elementarna tjelešca se u inkluzijama pretvaraju u retikularna koja su nezarazna i umnažaju se u stanicama domaćina (BOMMANA i POLKINGHORNE, 2019.). Retikularna tjelešca su metabolički aktivan oblik, veća su od elementarnih tjelešaca i imaju promjer 0.5-2.0  $\mu\text{m}$ . Slijedeći korak u razvojnog ciklusu je njihovo

umnažanje binarnom fizijom i prelazak u elementarna tjelešca. Osim elementarnih i retikularnih tjelešaca spominju se i intermedijarna tjelešca kao poseban oblik koji se može naći u vrijeme kada se elementarno tjelešce pretvara u retikularno. Intermedijarno tjelešce je veliko 0.3-1.0  $\mu\text{m}$  i karakteriziraju ga centralna jezgra gustoće elektrona i radijalno posložena nukleidna vlakna (SACHSE i sur., 2015.). Novostvorena elementarna tjelešca sazrijevaju, izlaze iz stanice lizom i inficiraju susjedne stanice (BOMMANA i POLKINGHORNE, 2019.).

Modulacija staničnih funkcija domaćina zahtijeva aktivnost specifičnih bakterijskih proteina. Sve klamidijske vrste sadrže komponente koje kodiraju gene tipa 3 sekrecijskog aparata, odnosno proteinskog transportnog sustava kojeg koriste Gram negativne bakterije kako bi translocirale proteine u citoplazmu domaćina. Važna skupina klamidijskih proteina su inkluzijski proteini koji putem direktne interakcije sa staničnim proteinima domaćina mogu utjecati na stanične funkcije. Interakcija klamidijskih efektorskih proteina sa proteinima domaćina igra značajnu ulogu u razvoju klamidija, npr. kod adhezije i ulaska elementarnih tjelešaca do njihovih izlazaka iz stanica (KNITTLER i sur., 2014.). Nagađa se da je strategija *C. psittaci* također i snižavanje koncentracije c-Myc proteina kod domaćina kako bi se izbjegla apoptoza (BORTH i sur., 2011.).

Bakterija *C. psittaci* veličine je 0.2  $\mu\text{m}$  te je vrlo mala u usporedbi sa drugim bakterijama, stoga se lakše prenosi u unutrašnjost jajeta (DICKX i VANROMPAY, 2011.). Svi sekvencirani sojevi *C. psittaci* imaju kromosom od 1.1Mb, plazmid od približno 8 kb i sadrže 7-8 proteinskih kodnih sekvenci (KNITTLER i sur., 2014.).

U usporedbi sa *C. abortus*, *C. psittaci* pokazuje bolja svojstva diseminacije, povećanje broja makrofaga domaćina, snažniju ekspresiju imunoso povezanih proteina te snažniju supresiju imunog odgovora u domaćina (KNITTLER i sur., 2014.).

Bifazični razvojni ciklus *C. psittaci* može biti zaustavljen antibioticima, deplecijom željeza i amino kiselina te interferonima (BEATTY i sur., 1994.; WYRICK, 2010.).

### **2.2.1. Genotipovi *C. psittaci***

Genetski i fenotipski *C. psittaci* je heterogena vrsta. Genotipovi kod klamidija su bazirani na sekvenci gena vanjske membrane A (*ompA*). U početku je bilo prepoznato devet *ompA* genotipa:

A do F, E/B, M56 te WC da bi kasnije još šest dodatnih bilo otkriveno, a to su: 1V, 6N, Mat116, R54, YP84 i CPX0308 (SACHE i sur., 2008.) (Slika 2.). Genotipovi A do F se pojavljuju kod ptica i razlikuju se od onih pronađenih kod sisavaca (SACHE i sur., 2015). Poneki genotipovi imaju veću učestalost pojavnosti kod određenih skupina ptica (SACHE i sur., 2015.). Genotip A je visoko virulentan za ptice i ljude te se nalazi endemski kod psitaciformnih ptica (papiga).

Genotip B je manje virulentan i najčešće se nalazi kod golubova (SACHE i sur., 2015.).

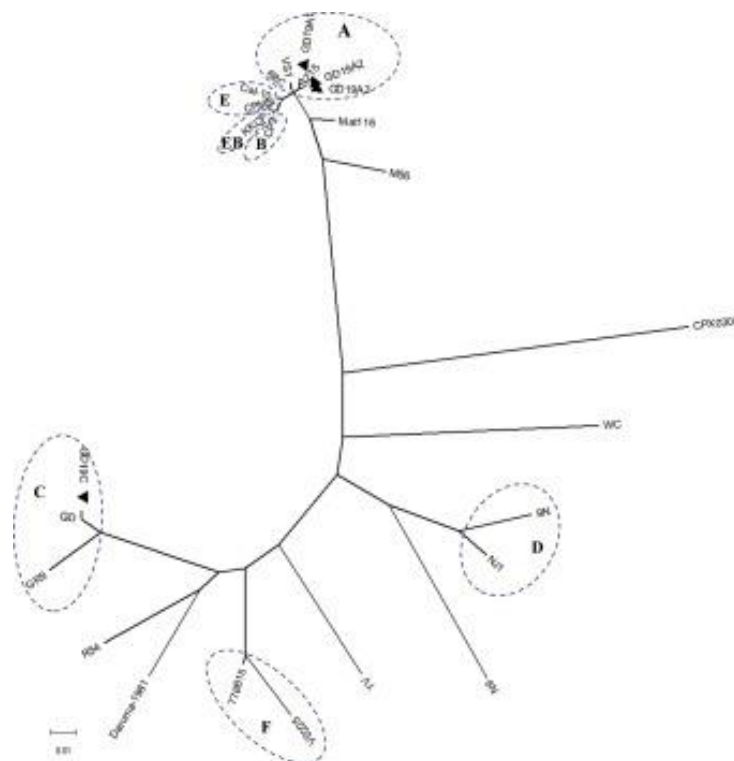
Genotipovi E/B te C uglavnom se nalaze kod ptica močvarica (SACHE i sur., 2015.). Genotip C je primarno izoliran iz pataka i gusaka (ČECHOVÁ i sur., 2018.), no dokazan je i u pilića u Kini (ZHANG i sur., 2008.). U pataka u Francuskoj opisan je genotip E/B, te česta kohabitacija pataka i pilića na pašnjacima objašnjava prisutnost *C. psittaci* u pilića (LAROUCAU i sur., 2015.).

Kod purana nalazimo genotipove C, D, i F (VAN LOOCK i sur., 2005.; VANROMPAY, 2013.)

U pilića su dosadašnjim istraživanjima kao najučestaliji genotipovi opisani B, C, D, F te E/B (GAEDE i sur., 2008.; ZHANG i sur., 2008.; DICKX i sur., 2010.; YIN i sur., 2013.). Osim navedenih genotipova kod pilića navodi se i genotip A (ČECHOVÁ i sur., 2018.).

Kod ljudi je 1930. godine pronađen genotip E, također znan kao Cal-10, MP ili MN. Kasnije je genotip E također pronađen kod golubova, pataka, nojeva i nandua (SACHE i sur., 2015.).

Genotipovi WC i M56 izolirani su iz bizantskog štakora (SACHE i sur., 2015.), te goveda u kojih su uzrokovali enteritise (SACHE i sur., 2015.).



Slika 2. Filogenetska analiza izolata *C. psittaci* na temelju nukleotidnog slijeda *ompA* gena  
(Izvor: PANG i sur., 2021.)

### 2.2.2. Načini širenja *C. psittaci*

Prijenos *C. psittaci* sa ptice na pticu događa se udisanjem sasušenog izmeta, sekreta iz nosa ili očiju koji sadrže bakterije (SACHE i sur., 2015.).

Ovaj se uzročnik može širiti i regurgitacijom roditelja prilikom hranjenja mladunčadi, prvenstveno kod golubova, čaplji i kormorana, dok se kod gusaka, ptica močvarica i galebova uzročnik prenosi putem fecesa u gnijezdu (SACHE i sur., 2015.). Ektoparaziti koji sišu krv poput uši, grinja i buha su značajni prijenosnici koji klamidije prenose ubodom ili kroz rane (SACHE i sur., 2015.). Kod epidemije klamidioze u purana u Južnoj Karolini (SAD) pronađene su klamidije u grinjama i buhama, te se stoga ovi ektoparaziti smatraju mogućim vektorima (SACHE i sur., 2015.).

Jačina infekcije u ptica ovisi o virulenciji genotipa *C. psittaci*, imunom odgovoru domaćina, infektivnoj dozi i načinu prijenosa (KNITTLER i sur., 2014.) Asimptomatske infekcije se pojavljuju i kod slabo i visoko virulentnih genotipova, a mogu biti aktivirana povišenom razinom

stresa. Dob ptica također određuje tip bolesti pa će tako odrasle ptice često imati asimptomatsku infekciju dok će mlađe ptice bolovati od akutnih bolesti (HERRMANN i sur., 2006.).

Kod purana, pilića, pataka, galebova, snježnih gusaka i papiga tigrice dokazan je i vertikalni prijenos (WITTENBRINK i sur., 1993.; LUBLIN i sur., 1996.). Osim navedenog, ove bakterije mogu dospjeti u jato i putem divljih ptica te kontaminiranom hranom (SACHE i sur., 2015.). Čišćenje opreme koja se istovremeno koristi u više staja iznimno je važno uzmemo li u obzir da *C. psittaci* može preživjeti u stelji i fecesu do 30 dana (SACHE i sur., 2015.).

Kod ljudi se bolest širi inhalacijom aerosola kontaminiranog sasušanim izmetom, sekretima dišnog sustava ili iz oči. Izvor bolesti za ljude su zaražene ptice ili asimptomatski kliconoše, a do zaraze dolazi zbog bliskog kontakta sa pticama kućnim ljubimcima, radom u laboratoriju (dijagnostika klamidija), te u klaonicama (SACHE i sur., 2015.). Ostali načini prijenosa *C. psittaci* u ljudi uključuju: rad sa perjem zaraženih ptica, kontaktom usta i kljuna, ugrizom, pa čak i sa aktivnostima poput košenja trave (BEECKMAN i VANROMPAY, 2009.). Prijenos sa čovjeka na čovjeka je rijedak i nedavno je zabilježen u Švedskoj (WALLENSTEN i sur., 2014.). Najveći rizik od oboljenja imaju vlasnici ptica, taksidermisti, radnici u trgovinama kućnih ljubimaca, veterinari te radnici koji rade sa peradi (DESCHUYFFELEER i sur., 2012.).

## **2.3. CHLAMYDIA PSITTACI U PERADI**

### **2.3.1. Etiologija i epizootiologija**

Klamidioza je važna bolest ptica koje se drže kao kućni ljubimci, domaće peradi i divljih ptica. Vrsta *C. psittaci* može uzrokovati sistemsku bolest sa smrtnim ishodom, no češća je inaparentna zaraza (SACHE i sur., 2015.). Osim kod peradi, *C. psittaci* se može pronaći i kod drugih domaćih životinja poput goveda (KEMMERLING i sur., 2009.), konja (SZEREDI i sur., 2005.; THEEGARTEN i sur., 2008.), ovaca (LENZKO i sur., 2011.), svinja (KAUFFOLD i sur., 2006.), koza i mačaka (PANTCHEV i sur., 2010.), laboratorijskih glodavaca (HENNING i sur., 2008.) i divljači (HOTZEL i sur., 2004.). Kod većine ovih životinja kliničke manifestacije su rijetke, osim kod konja gdje su nedavno opisani slučajevi pobačaja uzrokovani *C. psittaci* (JELOCNIK i sur., 2018.).

U intenzivno držane peradi, klamidioza se uglavnom javlja na farmama purana ili pataka, no poznato je da se klamidije pojavljuju i u pilića, što je vidljivo i iz istraživanja koje su proveli ČECHOVÁ i sur. (2018.), kada su dokazali *C. psittaci* u 6.9% uzoraka porijeklom od pilića u Slovačkoj. Filogenetskom analizom pozitivnih uzoraka temeljem 23S rRNA sekvence gena, svi su pozitivni uzorci identificirani kao *C. psittaci*, odnosno genotipovi B i E (ČECHOVÁ i sur., 2018.). U tovnih pilića opisani su nalazi genotipova B i D, a opisana je i njihova razlika u patogenosti (genotip D je doveo do smrtnosti i težih kliničkih znakova i lezija u usporedbi s genotipom B, koji je pokazao nižu virulenciju u eksperimentalno inficiranih SPF pilića) (YIN i sur., 2013.). Istraživanja provedena u Slovačkoj opisuju i nalaz genotipa A u purana i divljih ptica, te se s time isključuje činjenica da je genotip A usko vezan za papige (posebno kakadue, papigice tigrice i lorije) (ČECHOVÁ i sur., 2018.). Genotip E/B izoliran iz pilića također je povezan sa patkama, golubovima i ljudima (ČECHOVÁ i sur., 2018.).

Golubovi vrlo često budu inficirani klamidijama, što su i potvrdila istraživanja provedena od 1966. godine do 2005. godine dokazavši seropozitivnost u gradskih golubova od 12.5% do 95.6% (PRUKNER-RADOVČIĆ i sur., 2005.). Istraživanja provedena na području Bosne i Hercegovine, Makedonije i Italije su pokazala seropozitivnost od 48.5%, 26.5% i 19.2% (MAGNINO i sur., 2009.). U Hrvatskoj su 2013. godine HORVATEK TOMIĆ i sur. opisali nalaz 12.9% golubova iz uzgoja pozitivnih na *Chlamydiaceae* metodom PCR-a, što jasno pokazuje prisutnost ovih zoonotskih bakterija i mogući rizik za uzgajivače golubova koji dolaze u blizak kontakt s pticama.

Izlučivanje uzročnika u ptica mijenja se tijekom vremena te prije klanja postaje najslabije. Na izlučivanje uzrokuju faktori poput vremena izloženosti, zdravstvenog stanja životinje i upotrebe antibiotika koje može zaustaviti ili usporiti prijenos (HULIN i sur., 2015.).

Izvori infekcije za ptice su bolesne jedinke koje pokazuju kliničke znakove, te perad koja je asimptomatski nositelj bolesti (RODOLAKIS i MOHAMAD, 2009). Osim ova dva izvora, značajan izvor su i lešine peradi koje se ne uklone iz objekata nakon uginuća (BALSAMO i sur., 2017.)

Širenje bolesti je najčešće horizontalno i vertikalno (transovarijalno). Vertikalni prijenos je 1993. godine dokazan kod pilića (WITTENBRINK i sur., 1993.). Pretpostavlja se da bjelanjak, žumanjčana vreća i membrana žumanjčane vreće postaju inficirani spermom zaraženom sa *C.*

*psittaci* za vrijeme umjetnog osjemenjivanja peradi ili za vrijeme formiranja jajeta u jajniku i jajovodu. Tada dolazi do prijenosa *C. psittaci* na zametak (DICKX i VANROMPAY, 2011.). Osim vertikalnog prijenosa, značajan je nalaz *C. psittaci* i u praznim peradnjacima čime se dokazuje da su nedovoljno čišćenje i dezinfekcija također jedan od uzroka pojave bolesti (DE BOECK i sur., 2015.) Horizontalni prijenos događa se putem aerosola kontaminiranog nazalnim sekretom i fecesom (VERMINNEN i sur., 2010.)

Osim navedenih načina, značajan je i prijenos klamidija u jatima peradi putem kontaminirane opreme i odjeće radnika, miješanjem ptica iz više izvora, te nepoštivanjem pravila karantene novo uvezenih ptica i izolacije bolesnih ptica (BALSAMO i sur., 2017.).

Kod golubova koji su asimptomatski nositelji, *C. psittaci* se šire respiratorno, sekretom iz konjunktiva te fecesom (RODOLAKIS i MOHAMAD, 2009.).

Sprječavanje pojave klamidioze u peradi je zahtjevno zbog endemske prirode klamidija, dugog vremena preživljavanja u organskoj tvari, čestog kliconoštva i asimptomatskih nositelja. Osim toga nužno je spriječiti kontakt peradi sa divljim pticama (LAGEA i sur., 2013.).

### **2.3.2. Patogeneza**

Sposobnost bakterija *C. psittaci* da izazovu infekciju povezana je sa sposobnosti invadiranja gotovo bilo kojeg tipa stanica, od epitelnih, fibroblasta, makrofaga do živčanih stanica, čime se dokazuje vjerojatnost kako ove bakterije posjeduju više mehanizama za ulazak u različite stanice domaćina (SACHE i sur., 2015.). Inhalacijom bakterije u tijelo domaćina počinje bifazični razvojni ciklus, ulaskom elementarnih tjelešaca u stanicu i stvaranjem citoplazmatskih inkluzija (BOMMANA i POLKINGHORNE, 2019.).

Procesi ulaska klamidija u stanice domaćina nisu u potpunosti razjašnjeni. Smatra se da *C. psittaci* inficira stanice domaćina na način da se veže za mikrovile na staničnoj površini, a onda klamidije bivaju zahvaćene endocitozom i fagocitnim vezikulama. Djelovanje disulfid izomeraze, aktina i tubulina neophodno je za optimalnu proliferaciju klamidija. Proces ulaska u stanice ovisi i o tipu III sekrecijskog sustava zvanog injektisomi. Tip III sekrecijski sustav omogućuje mikroorganizmima da izvezu proteine u membranu i citosol gdje mijenjaju funkcije stanica

domaćina kroz interakciju sa proteinima. Novostvoreno elementarno tjelešce nosi na sebi tip III sekrecijski sustav kako bi osiguralo brzi ulazak u stanice. Kod *C. psittaci*, tip III sekrecijski sustav je bitan i zbog sudjelovanja u osiguravanju optimalnog rasta bakterija unutar stanice (SACHSE i sur., 2015.).

Stresni čimbenici kao što su transport, prenapučenost, hladno ili vlažno vrijeme, promjene u ishrani, smanjena dostupnost hrane i druge istodobne infekcije, osobito one koje uzrokuju imunosupresiju, mogu pokrenuti širenje klamidija u latentno zaraženih ptica i uzrokovati recidiv kliničke bolesti (VAN WETTERE, 2020.). U purana i pilića, infekcija *C. psittaci* i drugih mikroorganizama često su istodobne (VAN LOOCK i sur., 2005.; BOECK i sur., 2015.).

VAN LOOCK i sur. (2005.) dokazali su povezanost između *C. psittaci*, metapneumovirusa i *Ornithobacterium rhinotracheale*, čime su potvrdili multifaktorijalnu etiologiju respiratornih infekcija u intenzivno uzgajanih purana.

Istraživanje koje su 2006. godine proveli VAN LOOCK i sur. dokazalo je da super infekcija s *E. coli* tijekom latentne faze infekcije sa *C. psittaci* inducira replikaciju klamidija i pojačava izlučivanje *E. coli*, čime se jasno pokazuje interakcija između *C. psittaci* i *E. coli* koja rezultira težim respiratornim bolestima.

### **2.3.3. Klinička slika**

Vrijeme inkubacije kod *C. psittaci* iznosi od 3 dana do nekoliko tjedana, no zabilježeni su i slučajevi kod kojih je inkubacija trajala duže (RODOLAKIS i MOHAMAD, 2009.). Simptomi mogu varirati od blagih dišnih smetnji gornjeg dišnog sustava praćenih konjunktivitisom do težih infekcija i sa smrtnim ishodom, ovisno o genotipu i imunom statusu domaćina.

Tijek bolesti ovisno o mnogim čimbenicima vezanim za domaćina i patogena, a može biti akutni, subklinički, inaparentni i kronični. Klinički znakovi u zaraženih ptica su obično nespecifični i uključuju anoreksiju, letargiju, respiratorne simptome, mukopurulentni iscjedak iz nosa i očiju, konjunktivitis, kašalj, dispneju, zelenkasti do sivkasti feces, umor, kržljivost, apatiju, anoreksiju, kaheksiju, te iznenadnu smrt. U istraživanju koje su proveli LAGAE i sur. (2014.) dišni simptomi bili su prisutni u 42.8% roditeljskih jata, čak 71.4% tovnih pilića, kao i u 20% nesilica. Smrtnost



je kod roditeljskih jata teških hibrida bila 5.4%, kod tovnih pilića 2.8%, dok je kod nesilica bila 9.8%.

Klinički znakovi kod peradi u intenzivnoj proizvodnji uključuju i pad proizvodnje jaja i reproduktivnih svojstava roditeljskih jata (BALSAMO i sur., 2017.).

U purana, bolest najčešće uzrokuje genotip D koji je izrazito opasan, kako za purane tako i za radnike koji dolaze u kontakt sa peradi pri procesu proizvodnje. Kod infekcije genotipom D dolazi do pojave kliničkih znakova koji uključuju rinitis, konjunktivitis, sinusitis, enteritis, perikarditis, upale zračnih vrećica, traheitis, smanjenu proizvodnju jaja i veliku smrtnost (VANROMPAY i sur., 2005.). Kod manje virulentnih sojeva znakovi su slabiji te uključuju proljev i anoreksiju (VANROMPAY i sur., 2005.).

Neobična epidemija klamidioze dijagnosticirana je kod 15000, 13 tjedana starih organski uzgojenih purana smještenih u poluzatvorenom sustavu, kako opisuju SHIVAPRASAD i sur. (2015.). Bolest je bila obilježena jednostranim ili obostranim oteklinama iznad oka, uz blage do teške upale nosnih žlijezda u 3% – 5% ptica. Osim blagog pada potrošnje hrane i vode, ptice nisu pokazivale nikakve respiratorne znakove, morbiditet i smrtnost.



Slika 3. Prikaz kliničkih znakova i patoanatomskih promjena u purana (Izvor: SHIVAPRASAD i sur., 2015.).

Klinički znakovi kod golubova mogu se pojaviti kada se uz *C. psittaci* istovremeno razviju salmoneloza, trihomonijaza ili virusne bolesti poput herpes virusne bolesti i paramiksoviroze (LONGBOTTOM i COULTER, 2003.).

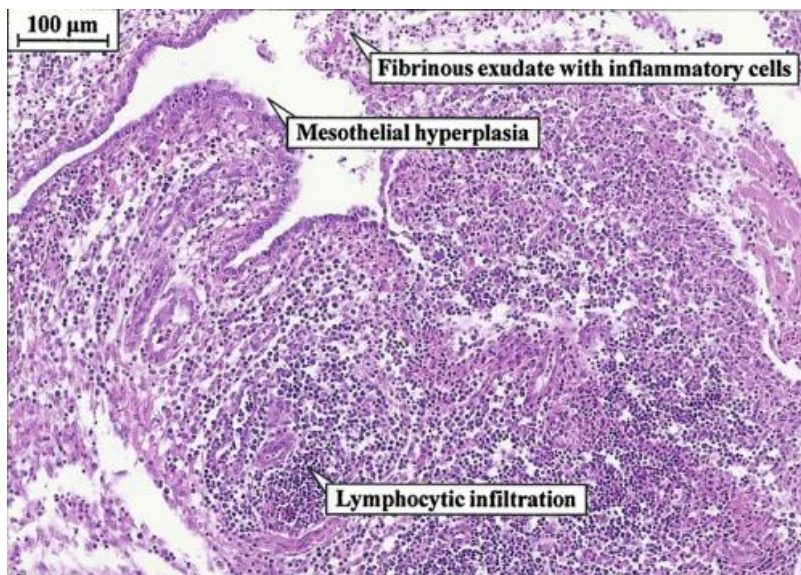
#### 2.3.4. Patoanatomske i patohistološke promjene

Od patoanatomskih promjena u klamidioze peradi najčešće se nalazi hepato- i splenomegalija, uz promjene na dišnom i probavnom sustavu (PRUKNER-RADOVČIĆ, 2010.).

U necijepljenih purana zaraženih *C. psittaci* došlo je do zamućenja zračnih vrećica i nakupljanja velike količine fibrina, pogotovo u abdominalnom prostoru. Nadalje, uočeni su serofibrinozni perikarditis, kongestija pluća te siva žarišta na plućima okružena zonom hiperemije. Opisana je i kongestija konjunktiva, konhi, dušnika, jetre, slezene, bubrega i tankih crijeva (VERMINNEN i sur., 2010.).

U pilića zaraženih sa *C. psittaci* došlo je do razvoja bronhitisa sa limfocitnom infiltracijom, ponekad praćenom heterofilima i serofibrinoznim eksudatom. Pleuritis je, osim limfoidne infiltracije i serofibrinoznog eksudata, bio praćen i mezotelnom hiperplazijom i proliferacijom. Kod upale zračnih vrećica pronađene su limfocitne infiltracije, mezotelna hiperplazija i nekroza, te proliferacija fibroblasta (YIN i sur., 2012.).

Na Slici 4. prikazana je limfocitna infiltracija, prisutnost fibrinoznog eksudata te mezotelna hiperplazija u pilića zaraženih sa *C. psittaci*.



Slika 4. Mikroskopski prikaz zračne vrećice pilića zaraženih *C. psittaci* (Izvor: YIN i sur., 2012.).

Upala slezene je također uočena, a karakterizirana je hiperplazijom retikulo-endotelnog sustava te proliferacijom makrofaga označujući stimulaciju imunskog sustava (YIN i sur., 2012.). Osim navedenog, došlo je i do hiperplazije limfoidnog sustava sa proliferacijom limfoidnih stanica (YIN i sur., 2012.).

### **2.3.5. Dijagnostika**

Dijagnostika klamidioze u peradi temelji se na kliničkom i patološkom nalazu, izolaciji klamidija, bojenjima zahvaćenih tkiva, dokazu specifičnih protutijela ili antigena. Imajući na umu da dijagnostika ponekad može biti komplicirana i dugotrajna, ne preporuča se koristiti jednu metodu dijagnostike. Uzgoj na staničnim kulturama ili kokošjim zametcima, PCR, te dokaz protutijela najčešće su korištene metode.

Kod patoanatomskog nalaza bitno je uočiti povećanje jetre i slezene, no za ni jednu leziju ne može se reći da je patognomonična.

Za postavljanje točne etiološke dijagnoze, najčešće se postmortalno uzimaju uzorci jetre i slezene, dok se kod živih ptica sa kliničkim simptomima uzimaju obrisci (tzv. trostruki obrisci koji su kombinacija obrisaka konjunktiva, ždrijela i kloake), te biopsat jetre. Brisevi hoana i konjunktiva smatraju se najosjetljivijima za detekciju nukleinskih kiselina (BALSAMO i sur., 2017.)

Ovisno o razini infekcije, ptice neće uvijek izlučivati klamidije u izmetu, te se stoga uzorak izmeta treba uzimati kao skupni, skupljan kroz 3-5 dana.

Kromatsko i imunološko bojanje tkiva može se koristiti za uzorke dobivene biopsijom ili za tkiva uzeta postmortalno. Klamidije se oboje ljubičasto po Giemsi, a crveno po Machiaveliu i Gimenezu. Metoda imunohistokemije također se koristi za dokaz bakterija u tkivu (ELDER i BROWN, 1999.).

Za izdvajanje klamidija u laboratorijskim uvjetima koriste se kulture stanica ili kokošji zametci (BALSAMO i sur., 2017.). Od kultura stanica mogu se koristiti Buffalo Green Monkey (BGM) stanice (YIN i sur., 2012.).

Dokaz specifičnih protutijela dokazuje da je ptica bila inficirana klamidijama, no ne dokazuje da je ptica trenutno aktivno zaražena. Kod testova za dokaz protutijela valja pripaziti na lažno negativne rezultate koji nastaju kod ptica sa akutnom infekcijom kada su uzorci skupljeni prije serokonverzije, a i liječenje antibioticima može umanjiti rezultate takvih testova (BALSAMO i sur., 2017.). Četverostruko ili veće povećanje titra u parnim serumima ili kombinacija dokaza antigena i titra protutijela potrebni su za dokazivanje klamidioze u ptica (BALSAMO i sur., 2017.). Indirektna imunofluorescencija koristi se kako bi se dokazala protutijela, prvenstveno IgG (BALSAMO i sur., 2017.). Fiksacija komplemenata se koristi kao osjetljivija metoda u usporedbi sa metodom aglutinacije (BALSAMO i sur., 2017.). Imunoenzimni test (ELISA) također se može koristiti za dokaz protutijela (YIN i sur., 2012.).

Metode kojima se dokazuje antigen daju brze rezultate, no zbog mogućih lažno pozitivnih rezultata, pažnju treba obratiti i na to da rezultati moraju biti interpretirani u skladu sa kliničkim nalazom (BALSAMO i sur., 2017.). Za dokaz antigena koriste se ELISA, imunofluorescencija, molekularne metode, te in situ hibridizacija. Imunofluorescencija se koristi za identifikaciju klamidija u razmazima ili u drugim vrstama uzoraka te imaju slične prednosti i mane kao i ELISA (BALSAMO i sur., 2017.).

Od metoda koje dokazuju prisutnost DNA, najčešće se koriste PCR metode – konvencionalni PCR i on u stvarnom vremenu (realtime PCR) (BALSAMO i sur., 2017.). Rezultati ovakvih metoda mogu se razlikovati među laboratorijima jer nema standardnih PCR početnica, no najčešće se umnažaju geni 23S, ompA, pmp i enoA (ANON., 2018.). Uzorci za PCR moraju biti uzeti tako da se izbjegne kontaminacija. Potrebno je napomenuti da PCR na razlikuje žive od neživih mikroorganizama. Korištenjem specifičnih početnica moguće je razlikovati *C. psittaci* od drugih klamidija, a moguće je dokazati i određeni genotip (BALSAMO i sur., 2017.). In situ hibridizacija se koristi za detekciju klamidijske DNA u tkivu fiksiranom formalinom (BALSAMO i sur., 2017.).

Genotipizacija se koristi kao dodatan test kako bi se otkrilo kojem točno genotipu pripada *C. psittaci*, te se preporuča u slučajevima kada je došlo do zaraze u više objekata u kojima se drži perad, te kada se sumnja na infekcije kod ljudi (BALSAMO i sur., 2017.). Određivanje vrste klamidija i genotipa *C. psittaci* važno je i zbog toga što svi genotipovi ne predstavljaju isti zoonotski rizik (RODOLAKIS i MOHAMAD, 2009.)

U Hrvatskoj se prema Naredbi o mjerama zaštite zdravlja životinja od zaraznih i nametničkih bolesti i njihovom financiranju u 2021. godini svi uzgoji ukrasnih ptica i golubova namijenjenih prodaji moraju registrirati sukladno odredbama Zakona o zaštiti životinja. Sva jata ukrasnih ptica i golubova te trgovine kućnim ljubimcima moraju biti dva puta godišnje, u razmaku od 6 mjeseci, uzorkovana i laboratorijski pregledana, te imati negativan rezultat na klamidiozu. U registrirane uzgoje i prodajna mjesta dozvoljeno je unositi samo one jedinice koje potječu iz registriranog jata te imaju negativan rezultat na klamidiozu ptica unutar 6 mjeseci prije uvođenja u novo jato. Osim dosad navedenih vrsta ptica, sve ptice iz reda *Psittaciformes* koje sudjeluju na okupljanjima poput izložbi, sajмова i natjecanja moraju biti pretražene na klamidiozu te imati negativan rezultat koji nije stariji od 12 mjeseci. Posjednik životinje mora snositi sve troškove u svrhu provođenja navedenih mjera (ANON., 2021.).

### **2.3.6. Liječenje**

Kod ptica se se kao izbor lijekova protiv klamidija koriste enrofloksacin, doksiciklin, azitromicin, oksitetraciklin, te klortetraciklini (PRUKNER-RADOVČIĆ, 2010.) (Slika 5.).

Doksiciklin se često koristi kao lijek izbora zbog boljih svojstava apsorpcije u usporedbi sa drugim tetraciklinima, potrebna je manja doza i manja učestalost davanja lijeka. Kod liječenja sa doksiciklinom treba pripaziti na znakove trovanja koji uključuju depresiju i neaktivnost, zeleni ili žuti urin te promijenjene rezultate jetrenih testova poput povišene aminotransferaze i laktat transferaze (BALSAMO i sur., 2017). Pri uočavanju znakova trovanja treba odmah prestati sa liječenjem doksiciklinom, a terapiju drugim lijekom treba uvesti kada ptica prestane pokazivati znakove trovanja (BALSAMO i sur., 2017.).

Doksiciklin se može davati pticama u hrani, vodi, parenteralno i peroralno. Općenito, kada se lijekovi daju vodom bitno je osigurati da životinja nema drugi izvor vode za piće. Doksiciklin zbog svoje stabilnosti daje bolje rezultate liječenja u vodi nego u hrani (RODOLAKIS i MOHAMAD, 2009.). Nuspojave intramuskularne primjene doksiciklina uključuju iritacije na mjestu uboda igle (BALSAMO i sur., 2017.).

Tetraciklini se također koriste u liječenju klamidioze. Kako ti antibiotici nisu baktericidni, pravilna doza lijeka potrebna za preboljenje infekcije i sprječavanje daljnjeg širenja klamidija treba biti korištena i do nekoliko tjedana (RODOLAKIS i MOHAMAD, 2009.). Rezistencija na antibiotike zasad nije pronađena kod *C. psittaci* no pronađena je kod *C. suis* na tetracikline (RODOLAKIS i MOHAMAD, 2009.).

Fluorokinoloni su sintetički antibiotici širokoga spektra koji se često primjenjuju u peradi i ptica općenito. Ukoliko se enrofloksacin koristi u liječenju klamidioze, potrebno ga je davati dulje vrijeme, do tri tjedna, a može se primijeniti putem vode za piće ili parenteralno (PRUKNER-RADOVČIĆ, 2010.).

Istraživanja provedena na tovnim pilićima u Belgiji pokazala su kako amoksicilin nije antibiotik izbora za *C. psittaci* jer prisutnost penicilina G uzrokuje stvaranje intermedijarnog tjelešca koje se može aktivirati nakon prestanka davanja penicilina, te u tom slučaju dolazi do nastavka infekcije koja traje do klanja (DE BOECK i sur., 2015.)

Liječenje klamidioze treba se provoditi samo kako bi se liječile bolesne ptice te bi se preventivna upotreba antibiotika trebala izbjegavati zbog razvijanja rezistencije kod bakterija (RODOLAKIS i MOHAMAD, 2009.).

Species	Pathogenicity in animals	Antibiotic susceptibility	Treatment	Resistance/treatment failure/ <i>in vitro</i> evidence of antibiotic-induced persistence	Reference
<i>Chlamydia suis</i> *	Respiratory disease, diarrhea, conjunctivitis, and reproductive disorders in pigs	Rifaximin, levofloxacin, and doxycycline	Aminoglycoside; $\beta$ -lactams; fluoroquinolone; or tetracycline. Pro-/metaphylactic herd treatment: amoxicillin; chlortetracycline; MDT – chlortetracycline, sulfadimidine, tylosin; or MDT – trimethoprim, sulfadimidine, sulfathiazole.	Tetracycline* and sulfadiazine*	Hoffmann et al., 2015
<i>Chlamydia abortus</i> *	Ovine enzootic abortion	Tetracycline	Tetracycline, oxytetracycline, erythromycin, and clarithromycin.	–	Aitken et al., 1982
<i>Chlamydia psittaci</i> *	Respiratory, joint, and reproductive disease in poultry, cattle, and horses	Doxycycline and enrofloxacin	Tetracycline, doxycycline, and rifampicin.	$\beta$ -lactams <sup>§</sup> , tetracycline <sup>§</sup> , and rifampicin <sup>¶</sup>	Butaye et al., 1998; Goellner et al., 2006
<i>Chlamydia pecorum</i>	Ruminants: joint and ocular disease Koalas: ocular, urogenital, and reproductive disease	Tetracycline (ruminants), chloramphenicol, and florfenicol (koalas)	Tetracycline, chloramphenicol, and florfenicol.	$\beta$ -lactams <sup>§</sup>	Pudjatmoko et al., 1998; Black et al., 2015; Leonard et al., 2017
<i>Parachlamydia acanthamoebae</i> *	Miscarriage and pneumonia in bovines	Macrolides, tetracyclines, and rifampin	Azithromycin, clarithromycin, and/or doxycycline.	Quinolones <sup>§</sup> , amoxicillin <sup>§</sup> , ceftriaxone <sup>§</sup> , and imipenem <sup>§</sup>	Greub, 2009; Vouga et al., 2015
Simkaniaceae*	Granulomatous lesions in reptiles	Macrolides, clindamycin, cyclines, rifampin, and quinolones	azithromycin, clarithromycin, and/or doxycycline.	$\beta$ -lactams <sup>§</sup> , fosfomicin <sup>§</sup> , and vancomycin <sup>§</sup>	Friedman et al., 2003; Vouga et al., 2017
<i>Waddlia chondrophila</i> *	Miscarriage and pneumonia in cattle	Doxycycline and azithromycin	Azithromycin, clarithromycin, and/or doxycycline <sup>¶</sup> .	$\beta$ -lactams <sup>§</sup> and fluoroquinolones <sup>§</sup>	Goy and Greub, 2009
Environmental CLOs	Epitheliocystis in fish	Tetracycline	Oxytetracycline.	Enrofloxacin <sup>¶</sup>	Goodwin et al., 2005; Polkinghorne et al., 2010

\*Zoonotic and/or pathogenic in humans. ^Antibiotic resistance. ¶Antibiotic treatment failure. §*In vitro* evidence of antibiotic-induced chlamydial stress response. ¶Empirical antimicrobial treatment in the absence of *in vivo* efficacy data.

Slika 5. Vrste klamidija, patogenost, liječenje i osjetljivost na antimikrobne pripravke (Izvor: BOMMANA i POLKINGHORE, 2019.).

### 2.3.7. Profilaksa

Trenutno nema komercijalno dostupnih cjepiva za klamidiozu peradi i drugih ptica (QUILICOT i sur., 2017.). Ipak provedeno istraživanje cijepjenja purana protiv serovara A plazmidnim DNA cjepivima pokazalo je dobru zaštitu kroz barem 10 tjedana (RODOLAKIS i MOHAMAD, 2009.).

Kako bi se spriječilo širenje klamidioze u jatima peradi potrebno je strogo provoditi biosigurnosne mjere koje uključuju odmor objekta, čišćenje, pranje i dezinfekciju peradnjaka (BALSAMO i sur., 2017.). Velika gustoća naseljenosti predstavlja značajan rizik za pojavu klamidioze u peradi, stoga su iznimno bitni ventilacija i čišćenje, čime se sprečava nakupljanje aerosola i unakrižna

kontaminacija između objekata na farmi (LAGAE i sur., 2014.). Potrebno je čak razmotriti i kontinuiranu dezinfekciju zraka u objektima (DESCHUYFFELER i sur., 2012.).

Sve površine u objektima u kojima se drži i uzgaja perad trebaju biti detaljno očišćene od organskog debrisa prije dezinfekcije. *C. psittaci* je osjetljiva na deterdžente i mnoge dezinficijense, no otporna je na kiseline i lužine (BALSAMO i sur., 2017.). Primjer učinkovitog dezinficijensa uključuje kvarterne amonijeve spojeve, 1% lizol i svježe pripremljenu otopinu izbjeljivača u omjeru 1:32 ili drugog oksigenirajućeg agensa (BALSAMO i sur., 2017.). Kod upotrebe dezinficijensa treba pripaziti na to da se koriste u dobro prozračenim prostorijama zbog toga što određeni dezinficijensi mogu nadražiti respiratorni sustav ptica i sisavaca.

Kako bi se kontroliralo širenje klamidioze treba izbjegavati kupnju ptica koje pokazuju znakove poput letargije, proljeva, okularnog i nazalnog iscjetka i smanjene tjelesne težine (GAEDE i sur., 2008.). Osim toga, treba izbjegavati skupno držanje ptica porijeklom iz više različitih izvora, a karantena i izolacija novo nabavljenih ptica treba trajati barem 30 dana od nabavke, te sve ptice koje imaju nepoznati status na bakteriju *C. psittaci* moraju biti držane u zasebnoj prostoriji dok ne dođu rezultati kojim se potvrđuje njihov negativan status (BALSAMO i sur., 2017.). Ptice koje su bile izložene bolesnim jedinkama, a koje ne pokazuju znakove bolesti, trebaju biti izolirane, a kriterije njihovog izlaska iz karantene treba odrediti veterinar.

Ukoliko se u jatima peradi dokaže prisutnost *C. psittaci*, uglavnom se životinje neškodljivo uklanjaju, a sav prostor i oprema temeljito čiste i prikladno dezinficiraju (LAROUCAU i sur., 2015.). Istraživanja provedena u Francuskoj prikazala su pojavnost *C. psittaci* u jatima pataka, uz pojavu asimptomatskih infekcija, te je posebice naglašena nužnost provođenja propisanih biosigurnosnih mjera pri rukovanju sa patkama (HULIN i sur., 2015.).

Kavezi i prostorije u kojima se drže zaražene ptice moraju se čistiti i dezinficirati nakon njihovog uklanjanja te radnici moraju nositi zaštitnu odjeću. Za vrijeme čišćenja kaveza, ptice treba prebaciti u čiste kaveze, a prljave kaveze treba temeljno očistiti od izmeta deterdžentom, isprati ih, dezinficirati te još jednom isprati kako bi se uklonio deterdžent. Sve predmete koji se ne mogu detaljno dezinficirati, poput drvenih prečki, užadi te supstrata, treba ukloniti kako bi se spriječio rizik širenja klamidija. Pranjem poda sa dezinficijensom te sprječavanjem propuha minimizira se cirkulacija perja i čestica prašine u peradnjaku. Preporuča se špricanje poda vodom ili



dezinficijensom prije metenja kako bi se spriječila kontaminacija prašinom. Otpad se treba često uklanjati na način da se stavlja u duple vreće ili spaljuje. Upotreba zračnih filtera može biti dobra opcija za smanjivanje količine čestica u zraku, no filteri se moraju redovito mijenjati (BALSAMO i sur., 2017.).

Kako bi se iskorijenila psitakoza u jatima peradi treba djelovati brzo, detektirati uzročnika te osigurati blisku suradnju između javnog zdravstva, liječnika i dijagnostičkih laboratorija (GAEDE i sur., 2008.).

Potrebno se pridržavati principa „*all in-all out*“ te temeljito dezinficirati i očistiti sve prostore prije ulaska nove peradi, pridržavati se higijene ruku, prostora i opreme, uz ventilaciju prostora, kako bi se spriječilo nakupljanje aerosola. Kako bi se sve biosigurnosne mjere uspješno primjenjivale, neophodno je održavati edukacije svih zaposlenika na farmama (LAGAE i sur., 2014.)

Zbog toga što trenutno ne postoji pouzdano cjepivo za sprečavanje pojave klamidioze u ptica i peradi, savjetuje se veterinarima te svima koji se bave uzgojem i prodajom ptica da prije i nakon kupnje ptice testiraju prikladnim PCR testom koji može razlikovati *C. psittaci* od drugih klamidija (BALSAMO i sur., 2017.).

#### **2.4. ZONOTSKI POTENCIJAL *C. PSITTACI* IZDVOJENE IZ PERADI**

Bolest koju *C. psittaci* izaziva u ljudi zove se **psitakoza** (ukoliko su izvor bolesti papige) ili **ornitoza** (ukoliko su izvor bolesti druge vrste ptica) (PRUKNER-RADOVČIĆ, 2010.).

Čovjek se najčešće zarazi kada je izložen udisanju sasušenog iscjetka iz nosa ili očiju, te fecesu zaraženih ptica i to najčešće psitacidnih vrsta, ali su zabilježeni i slučajevi prijelaza klamidija sa peradi, *free-range* držanih ptica, grlica, golubova, ptica vodarica i grabljivica (HENRY i CROSSLEY, 1996.; HAAG-WACKERNAGEL i MOCH, 2004.; MAGNINO i sur., 2009.). Ostali načini zaraze su prijenos klamidija kontaktom usta sa kljunom, perjem te slabo ventiliranim prostorijama u kojima se drži perad ili ptice. Prijenos sa čovjeka na drugog čovjeka je rijedak, no moguć (WALLENSTEN i sur., 2014.; BALSAMO i sur., 2017.).

Istraživanje u SAD-u je dokazalo da je i do 30% kućanstava nakon kupnje ptica kućnih ljubimaca iz zaraženih jata bilo pozitivno na *C. psittaci* (GAEDE i sur., 2008.), no i ljudi koji su u svakodnevnom kontaktu sa peradi mogu razviti simptome klamidioze. Tako je u Slovačkoj 86% radnika koji su radili na farmama pilića pozitivnim na *C. psittaci* prijavilo simptome povezane sa klamidiozom. Njih 12.5% imalo je upalu pluća nakon početka rada na farmi pilića (ČECHOVÁ i sur., 2018.).

Od 2001. godine u Europi je zabilježeno 400 slučajeva ornitoze sa nekoliko smrtnih slučajeva po godini. Smatra se da su stvarni brojevi puno veći, no nisu zabilježeni zbog nekompletne laboratorijske dijagnostike i neprijavljenih slučajeva (SACHE i sur., 2015.). U Slovačkoj je od 2002. godine do 2016. godine prijavljeno samo 49 slučajeva, no to vjerojatno predstavlja neobjektivan broj stvarnih slučajeva zbog toga što se ne razvije teža klinička slika i bolest prođe nezamijećeno (ČECHOVÁ i sur., 2018.).

Vrsta *C. psittaci* je u Francuskoj uglavnom pronađena u jatima pataka i najteži slučajevi pojave bolesti kod ljudi u Francuskoj se opisuju nakon kontakta sa zaraženim patkama (LAROUCAU i sur., 2015.), što je i dodatni dokaz kako genotip E/B izdvojen iz pataka posjeduje zoonotski potencijal (GAEDE i sur., 2008.).

U istraživanju koje su proveli HEDDEMA i sur. (2006.) navodi se kako su genotip A iz psitacina, genotip B iz divljih golubova te genotip C izdvojen pataka povezani sa većinom ljudskih slučajeva psitakoze.

Zoonotski prijenos na ljude moguć je i u klaonici, te je tako od 6% do 93.5% radnika bilo pozitivno na klamidije, ovisno o metodi korištenoj za detekciju patogena (ČECHOVÁ i sur., 2018.). U Slovačkoj, čak 86% ljudi koji su radili na *C. psittaci* pozitivnim farmama su prijavili simptome povezane sa psitakozom. Od njih, 12.5% je imalo upalu pluća nakon početka bavljenja sa uzgojem pilića (ČECHOVÁ i sur., 2018.).

U istraživanju provedenom u Belgiji izolirana je *C. psittaci* u valionici purana i pilića. Genotipizacijom ompA gena dokazani su genotipovi A i C kod purana te genotip D kod pilića. Iz svih zaposlenika valionice izdvojena je *C. psittaci* na kulturi stanica, a u nekim uzorcima nađeno je istovremeno i tri različita genotipa (A, C i D). U istom istraživanju, dokazano je i da je *C. psittaci* bila prisutna u valionicima i prije izlijevanja ptica, čime se potvrđuje da u slučaju prisustva *C*

*psittaci* u zraku uobičajeno čišćenje i dezinfekcija nisu bili dovoljni (DICKX i VANROMPAY, 2009.).

Na Slici 6. prikazane su različite vrste klamidija, kao i načini prijenosa sa životinja na ljude.

<i>Chlamydophila</i> species	Host		Pathology in animals		Route for human transmission	Pathology in humans	
	Principal host	Occasional host	Clinical signs	Severe disease		Usual disease	Severe disease
<i>C. psittaci</i>	Bird	Dog, horse, pig	Hyperthermia, anorexia, lethargy, diarrhea	Conjunctivitis, pneumonia, pericarditis, death	Inhalation	Influenza-like illness	Endocarditis, encephalitis, pneumonia, death
<i>C. abortus</i>	Sheep, goat, cattle	Pigs, deer, horse	Abortion, stillbirth, epididymitis <sup>a</sup>	Metritis	Inhalation	Influenza-like illness	Pneumonia, abortion, renal failure, respiratory distress, death
<i>C. felis</i>	Cat	- <sup>b</sup>	Conjunctivitis	Pneumonia, chronic salpingitis	Contact	Conjunctivitis	Endocarditis, severe liver breakdown
<i>C. caviae</i>	Guinea-pig	-	Conjunctivitis, genital tract infection	-	Contact	Conjunctivitis	-
<i>C. pneumoniae</i>	Human, koala, horse	Reptiles, amphibians	Respiratory diseases	-	Inhalation	Pneumonia, bronchitis, asthma <sup>c</sup>	Atherosclerosis <sup>3</sup>
<i>C. pecorum</i>	Ruminant, swine, koala	Wild animal	Intestinal infection, conjunctivitis, urinary tract disease	Encephalomyelitis, pneumonia, arthritis	Contact	-	-

<sup>a</sup> Clinical sign in infected male.

<sup>b</sup> (-) Not reported.

<sup>c</sup> Clinical signs by human *C. pneumoniae* isolates.

Slika 6. Vrste klamidija i njihov zoonotski potencijal (Izvor: RODOLAKIS i MOHAMAD, 2009.)

Kod ljudi, vrijeme inkubacija klamidioze traje od 5 do 14 dana, a ponekad i jedan mjesec (BEECKMAN i VANROMPAY, 2009.). Zaraza u ljudi varira od asimptomatskih do pojave simptoma sličnih kao kod gripe, s uključenim respiratornim simptomima. Najčešći simptomi su sniženo bilo, mijalgija, osjećaj hladnoće, povišena temperatura, kašalj, poteškoće sa disanjem, nespecifični osip, abdominalna bol, proljev i povraćanje (BEECKMAN i VANROMPAY, 2009.). Od ostalih simptoma mogu se pojaviti glavobolja, slabost, vrtoglavica te infekcije mokraćnog sustava (LAROAUCAU i sur., 2015.). Iako većina ljudi pokaže blage simptome, kod imunokompromitiranih ljudi najveći je rizik razvoja teških znakova bolesti. Nastanak

miokarditisa, endokarditisa, perikarditisa, encefalitisa, hepatitisa, reaktivnog artritisa, bubrežne insuficijencije, preranog poroda, smrti ploda i otkazivanje organa su rijetki (SACHE i sur., 2015.). U SAD-u, Belgiji, Francuskoj, Nizozemskoj, Njemačkoj, Ujedinjenom Kraljevstvu i Slovačkoj se bolest prijavljuje po zakonu i nakon potvrde uzročnika mora biti prijavljena u roku od 48 sati (ČECHOVÁ i sur., 2018.).

Kod trudnica može doći do hepatitisa, atipične upale pluća, bubrežne insuficijencije, sepse, preranog poroda i smrti fetusa (BEECKMAN i VANROMPAY, 2009.).

Hematološki su bijele krvne stanice u normalnom broju ili malo im je smanjen broj u akutnoj fazi bolesti te dolazi do leukopenije u 25% slučajeva. Osim toga, uočeni su anemija nastala zbog hemolize, te diseminirana intravaskularna koagulopatija kod pacijenata sa snažnim infekcijama uzrokovanih *C. psittaci* (BEECKMAN i VANROMPAY, 2009.).

Kod ljudi nema dokaza da faktori poput imunosnog statusa ili starosti povećavaju rizik od obolijevanja (BALSAMO i sur., 2017.).

Rendgenskim snimanjem u ljudi sa psitakozom nalazi se plućna konsolidacija na distalnim dijelovima režnjeva pluća uz bilateralne, milijarne i intersticijske infiltracije (BEECKMAN i VANROMPAY, 2009.)

Kod ljudi se dijagnoza temelji na kliničkom pregledu, dokazu specifičnih protutijela ili antigena. Ukoliko je osoba započela terapiju sa antibioticima, stvaranje protutijela može kasniti ili biti umanjeno, stoga bi se serološki testovi trebali koristiti kao dodatne metode, a sam dokaz klamidija bi se trebao bazirati na dokazu nukleinskih kiselina (BALSAMO i sur., 2017.). Parni serumi bi se trebali skupljati sa 2-4 tjedna razmaka i trebali bi biti pretraženi u istom laboratoriju (BALSAMO i sur., 2017.).

PCR testovi su pouzdaniji i uključuju amplifikaciju nukleinskih kiselina, a mogu se provoditi iz krvi, tkiva i respiratornih uzoraka. Također se koriste i za genotipizaciju kod *C. psittaci* zbog svoje visoke osjetljivosti i specifičnosti (HULIN i sur., 2015; BALSAMO i sur., 2017.).

Potvrda klamidioze u ljudi trebala bi se temeljiti na kliničkom nalazu, uz laboratorijsku potvrdu barem jednog od navedenog: a) izolacija uzročnika iz respiratornog sustava, b) četverostruko

povećanje titra protutijela u parnim serumima, c) dokaz IgM protutijela recipročnog titra 16 ili više (BEECKMAN i VANROMPAY, 2009.).

Diferencijalna dijagnostika infekcije *C. psittaci* uključuje infekcije sa *Coxiella burnetii*, *Histoplasma capsulatum*, *Mycoplasma pneumoniae*, *Legionella sp.*, *C. pneumoniae* te respiratorne viruse poput influence (BALSAMO i sur., 2017.).

Prije upotrebe antibiotika, 15-20% ljudi oboljelih od klamidioze sa respiratornim simptomima bi umrlo, no upotrebom antibiotika smrtnost je značajno smanjena (BALSAMO i sur., 2017.).

Kod ljudi psitakoza se liječi oralno upotrebom doksiciklina i tetraciklin hidroklorida u trajanju od 10-14 dana (RODOLAKIS i MOHAMAD, 2009.). U slučajevima kada su tetraciklini kontraindicirani, npr. kod trudnica i djece mlađe od 8 godina, koriste se azitromicin i eritromicin kroz 10 dana. Upotreba fluorokinolona se pokazala neuspješnom u liječenju klamidijских infekcija (BOMMANA I POLKINGHORNE, 2019.).

Smatra se da radnici koji su stalno izloženi *C. psittaci* mogu razviti i prirodnu imunost protiv bolesti (DICKX i sur., 2010.).

Sprečavanje prijenosa *C. psittaci* sa peradi na ljude moguće je samo u sigurnom radnom okolišu, smanjenjem kontakta čovjeka i pozitivnih ptica, uz strogo provođenje preventivnih mjera. Osobna higijena radnika na farmi mora uključivati zaštitnu odjeću sa rukavicama i zaštitnom maskom, uz poštivanje protokola higijene ruku (ČECHOVÁ i sur., 2018.). Bitno je da maska, osim nosa i usta, pokriva i oči, te da je zaštitna odjeća rađena tako da ne zadržava na sebi prašinu. Također je neophodno imati i sobu za presvlačenje gdje se zaštitna odjeća drži nakon kontakta sa peradi. Potrebno je svakodnevno čistiti i održavati higijenu prostora te dezinficirati radne površine i opremu kako bi se spriječilo stvaranje kontaminiranog aerosola (DICKX i VANROMPAY., 2011.).

### 3. RASPRAVA

Klamidioza ptica je bolest najčešće uzrokovana bakterijom *C. psittaci*. Česta je u ptica kućnih ljubimaca, kao i u peradi. Sve vrste ptica mogu se zaraziti, no ptice kućne ljubimce, posebno papige najčešće prenose infekciju na ljude (KALETA I TADAY, 2003; HOGERWERF i sur., 2020.). Bolest u ljudi naziva se psitakoza ili ornitoza, a očituje se kao bolest nalik gripi koja ponekad može rezultirati teškom upalom pluća. Desetljećima je vrsta *C. psittaci* jedina opisivana kao uzročnik ove bolesti, no u novije se vrijeme u ptica spominju i druge vrste kao što su *C. gallinacea*, *C. avium*, *C. ibidis* i *C. buteonis* (RAVICHANDRAN i sur., 2021.).

Klamidioza ptica može se pojaviti u obliku subkliničke infekcije ili akutne, subakutne ili kronične bolesti koju karakterizira respiratorna, probavna ili sistemska zaraza. Klinički znakovi uvelike se razlikuju po težini i ovise o vrsti i dobi ptice, te o genotipu klamidije (PRUKNER-RADOVČIĆ, 2010.). Značajno je i napomenuti kako su klamidije obligatno unutarstanične bakterije, sa jedinstvenim razvojnim ciklusom značajnim u patogenezi ove bolesti (RODOLAKIS i MOHAMAD, 2009.). Broj genotipova razlikovao se tijekom godina (od devet do sadašnjih barem 15), no razlike u njihovoj patogenosti dobro su poznate. Tako je dobro poznato da je genotip A visoko virulentan za ptice i ljude i da se najčešće povezuje sa papigama; u peradi se pak često nalazi genotip C (u pataka i gusaka), a genotipovi C, D i F u purana i pilića (VAN LOOCK i sur., 2005.; VANROMPAY, 2013.; ČECHOVÁ i sur., 2018.).

Najčešće klamidioza u peradi varira od asimptomatske do infekcije karakterizirane visokim morbiditetom i mortalitetom, a u jatu se širi sasušanim izmetom, sekretom iz konjunktiva ili nosnica (SACHSE i sur., 2015.). Od rjeđih načina širenja značajno je spomenuti regurgitaciju (sa roditelja na mlade ptice), ektoparazite koji sišu krv, ali i vertikalni prijenos nije moguće isključiti zbog nalaza klamidija u žumanjčanoj vrećici i spermi peradi (WITTENBRINK i sur., 1993.; SACHSE i sur., 2015.; ČECHOVÁ i sur., 2018.). I kontaminirana oprema i odjeće radnika, te nepostojanje karantene mogu biti uzrokom širenja klamidija u jatu (BALSAMO i sur., 2017.).

Klinički znakovi u peradi su nespecifični i uključuju anoreksiju, apatiju, pad proizvodnje jaja, proljev, iscjedak iz i respiratorne smetnje. Simptomi mogu varirati od blagih dišnih poremetnji gornjeg dišnog sustava praćenih konjunktivitisom do težih infekcija i sa smrtnim ishodom, ovisno o genotipu i imunom statusu domaćina (RODOLAKIS i MOHAMAD, 2009.).

Kako klinički znakovi i patoanatomski nalaz nisu specifični ili patognomonični, neophodno je pravilno uzeti uzorke, bilo od živih ili uginulih ptica, kako bi se došlo do točne etiološke dijagnoze. Zaživotno je najprikladnije uzeti obriske oka, ždrijela i kloake (tzv. trostruki obrisci) ili izmet skupljan kroz nekoliko dana, a od uginulih ptica uzima se jetra ili drugi promijenjeni organi (PRUKNER-RADOVČIĆ, 2010.). Dokaz protutijela moguće je korištenjem serološkim metoda kao što su ELISA ili indirektna imunofluorescencija, no potrebno je zabilježiti četverostruko ili veće povećanje titra u parnim serumima, kako bi se izbjegli lažno negativni nalazi (BALSAMO i sur., 2017.). Za dokaz antigena klamidija moguće je koristiti specifična bojenja kojima se klamidije dokazuju u tkivima, imunoenzimni testovi ili uzgoj klamidija na kulturi stanica ili kokošjim zametcima, što se još uvijek smatra zlatnim standardom u dijagnostici (BALSAMO i sur., 2017.). U novije vrijeme, primat svakako preuzimaju molekularne metode, PCR i PCR u stvarnom vremenu, kojima je dijagnostika brža, manje opasna za djelatnike u laboratoriju i osjetljiva (SACSHE i sur., 2015.; ANON.,, 2018.). U slučajevima kada postoji zoonotski rizik od prijenosa klamidija na ljude, potrebno je odrediti točnu vrstu klamidija, ali i genotip (RODOLAKIS i MOHAMAD, 2009.).

Kod ptica i peradi, u liječenju klamidioze koriste se enrofloksacin, doksiciklin, azitromicin, oksitetraciklin, te klortetraciklini, no potrebno je osigurati točnu dozu, prilagoditi način primjene lijeka (u vodu za piće, hranu ili direktno pojedinoj ptici), te spriječiti moguće toksično djelovanje lijekova (PRUKNER-RADOVČIĆ, 2010.). Ipak, ukoliko se u jatima intenzivno uzgajane peradi nađe klamidioza, ptice se uglavnom neškodljivo uklanjaju (LAROUCAU i sur., 2015.).

Trenutno ne postoje komercijalno dostupna cjepiva protiv klamidioze ptica, stoga su biosigurnosne mjere neophodne u sprečavanju širenja ove bolesti. U peradarstvu to svakako uključuje odmor objekta, poštovanje principa „*all in-all out*“, dezinfekciju uz prethodno pranje i čišćenje, te prikladnu ventilaciju (BALSAMO i sur., 2017.).

Klamidioza u ljudi (zvana psitakoza i ornitoza) obično je respiratorna bolest karakterizirana simptomima sličnima gripi, ali može biti prisutna i teška upala pluća. Uzgajivači ptica i osobe određenih zanimanja (zaposlenici u klaonicama ili farmama peradi, veterinari, laboratorijski radnici, radnici u zoološkim vrtovima i trgovinama kućnim ljubimcima) često su izloženi ovim bakterijama jer su izvor zaraze sasušeni sekret iz nosnica i očiju, te izmet pozitivnih ptica. Prijenos

sa čovjeka na drugog čovjeka je rijedak, no moguć (WALLENSTEN i sur., 2014; BALSAMO i sur., 2017.).

Iako se dugo vremena smatralo kako perad ne može oboljeti od klamidioze i kako su papige glavni izvor bolesti za ljude, brojna istraživanja nažalost ukazuju kako tome nije tako. Istraživanja koja to potvrđuju proveli su ČECHOVÁ i sur. (2018.) u Slovačkoj, te dokazali kako je čak 86% radnika koji su radili na farmama pilića pozitivnim na *C. psittaci* prijavilo simptome povezane sa klamidiozom, a njih 12.5% imalo je upalu pluća nakon početka rada na farmi pilića. U Francuskoj se, s druge strane, najteži slučajevi bolesti u ljudi opisuju u onih radnika koji rade na farmama ili klaonicama pataka (LAROUCAU i sur., 2015.). U Belgiji je izvor zaraze za ljude bila valionica pilića i purića, te su tako genotipovi A, C i D izdvojeni iz svih radnika spomenute valionice (DICKX i VANROMPAY, 2009.).

Klamidioza u ljudi liječi se antibioticima, no neophodno je spriječiti mogućnost prijenosa ove opasne zoonoze na način da svi radnici u rizičnim zanimanjima rade u sigurnom radnom okolišu, bez kontakta sa pozitivnim pticama, te uz strogo provođenje preventivnih mjera.



#### 4. ZAKLJUČCI

1. Klamidije općenito, a posebice vrsta *C. psittaci*, predstavljaju značajan problem u veterinarskoj i humanoj medicini diljem svijeta.
2. Prijenos *C. psittaci* sa ptica na ljude moguć je kontaminiranim izmetom, iscjetkom iz očiju i nosnica, ali se bolest može prenijeti i vertikalno.
3. Iako se dugo vremena smatralo kako je perad otporna na zarazu sa *C. psittaci*, u novije vrijeme sve je više dokaza o pojavnosti ovih klamidija u purana, kokoši i pataka.
4. Zoonotski potencijal *C. psittaci* izdvojene iz peradi značajan je, a najčešće obolijevaju djelatnici u klaonicama ili na farmama peradi, posebice nakon kontakta sa zaraženim pilićima, patkama ili puranima.
5. Zbog zoonotskog potencijala *C. psittaci*, neophodno je dijagnostičko praćenje i izvješćivanje o infekcijama *C. psittaci* u peradi.

## 5. LITERATURA

1. ANONIMNO (2018): Avian chlamydiosis. Chapter 2.3.1. OIE Terrestrial Manual 2018. (pristupljeno 5.11.2021. [https://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health\\_standards/tahm/2.03.01\\_AVIAN\\_CHLAMYD.pdf](https://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/2.03.01_AVIAN_CHLAMYD.pdf))
2. ANONIMNO (2021): Naredba o mjerama zaštite zdravlja životinja od zaraznih i nametničkih bolesti i njihovom financiranju u 2021. godini. NN 2/21.
3. BALSAMO, G., A. M. MAXTED, J. W. MIDLA, J. M. MURPHY, R. WOHRLE, T. E. EDLING, P. H. FISH, K. FLAMMER, D. HYDE, R. P. K. KUTTY, M. KOBAYASHI, B. HELM, B. OIULFSTAD, B. W. RITCHIE, M. G. STOBIERSKI, K. EHNERT, T. N. TULLY (2017): Compendium of Measures to Control Chlamydia psittaci Infection Among Humans (Psittacosis) and Pet Birds (Avian Chlamydiosis). J. Avian Med. Sur. 31 (3), 262-282. <https://doi.org/10.1647/217-265>
4. BEATTY, W. L., R. P. MORRISON, G. I. BYRNE (1994): Persistent chlamydiae: from cell culture to a paradigm for chlamydial pathogenesis. Microbiol. Rev. 58, 686–699.
5. BEECKMAN, D. S. A., D. C. G. VANROMPAY (2009): Zoonotic *Chlamydophila psittaci* infections from a clinical perspective. Clin. Microbiol. Inf. 15, 10.1111/j.1469-0691.2008.02669.x .
6. BOMMANA, S., A. POLKINGHORNE (2019): Mini Review: Antimicrobial Control of Chlamydial Infections in Animals: Current practices and issues. Front. Microbiol. 10, 113. doi: 10.3389/fmicb.2019.00113.
7. BOREL, N., A. POLKINGHORNE, A. POSPISCHIL (2018): A review on chlamydial diseases in animals: still a challenge for pathologists? Vet. Pathol. 55, 374–390. doi: 10.1177/0300985817751218.
8. BORTH, N., K. LITSCHKE, C. FRANKE, K. SACHSE, H. P. SALUZ, F. HANEL (2011): Functional interaction between type III-secreted protein IncA of *Chlamydophila psittaci* and human G3BP1. PLoS ONE 6, e16692.

9. ČECHOVÁ, L., M. HALÁNOVÁ, I. BABINSKÁ, O. DANIŠOVÁ, M. BARTKOVSKÝ, S. MARCINČÁK, D. MARCINČÁKOVÁ, A. VALENČÁKOVÁ, L. ČISLÁKOVÁ (2018.): Chlamydiosis in farmed chickens in Slovakia and zoonotic risk for humans. *Ann Agric. Environ. Med.* 25 (2), 320-325. doi: 10.26444/aaem/82948.
10. DESCHUYFFELEER, T. P., L.F TYBERGHIEN ,V. L DICKX , T. GEENS , J. M. SAELEN, D. C. VANROMPAY (2012): Risk assessment and management of *Chlamydia psittaci* in poultry processing plants. *Ann. Occup. Hyg.* 56, 340– 349.
11. DE BOECK, C., I. KALMAR, A. DUMONT, D. VANROMPAY (2015): Longitudinal monitoring for respiratory pathogens in broiler chickens reveals co-infection of *Chlamydia psittaci* and *Ornithobacterium rhinotracheale*. *J. Med. Microbiol* 64 (Pt 5), 565-574. doi: 10.1099/jmm.0.000047.
12. DICKX, V., T. GEENS, T. DESCHUYFFELEER, L. TYBERGHIEN, T. HARKINEZHAD, D. S. BEECKMAN (2010): *Chlamydia psittaci* zoonotic risk assessment in a chicken and turkey slaughterhouse. *J. Clin. Microbiol.* 48 (9), 3244–50. doi:10.1128/JCM. 00698-10.
13. DICKX, V., D. VANROMPAY (2011): Zoonotic transmission of *Chlamydia psittaci* in a chicken and turkey hatchery. *J. Med. Microbiol.*, 60, 775–779. DOI 10.1099/jmm.0.030528-0.
14. ELDER, J., C. BROWN (1999): Review of techniques for the diagnosis of *Chlamydia psittaci* infection in psittacine birds. *J. Vet. Diagn. Invest.* 11, 539–541.
15. GAEDE, W., K. F. RECKLING, B. DRESSENKAMP, S. KENKLIES, E. SCHUBERT, U. NOACK, H. M. IRMSCHER, C. LUDWIG, H. HOTZEL, K. SACHSE (2008): *Chlamydia psittaci* Infections in Humans during an Outbreak of Psittacosis from Poultry in Germany. *Zoonoses and Public Health.* doi: 10.1111/j.1863-2378.2008.01108.x.
16. HAAG-WACKERNAGEL, D., H. MOCH (2004): Health hazards posed by feral pigeons. *J. Infect.* 48 (4), 307–313.
17. HEDDEMA, E. R., E. J. VAN HANNEN, B. DUIM, C. M. VANDENBROUCKE-GRAULS, Y. PANNEKOEK (2006): Genotyping of *Chlamydia psittaci* in human samples. *Emerg. Infect. Dis.* 12, 1989–1990.

18. HENNING, K., P. REINHOLD, H. HOTZEL, I. MOSER (2008): Outbreak of a *Chlamydophila psittaci* infection in laboratory rats. Bull. Vet. Inst. Pulawy 52, 347–349.
19. HENRY, K., K. CROSSLEY (1986): Wild-pigeon-related psittacosis in a family. Chest 90 (5), 708–710.
20. HERRMANN, B., H. PERSSON, J. K. JENSEN, H. D. JOENSEN, M. KLINT, B. OLSEN (2006): *Chlamydophila psittaci* in Fulmars, the Faroe Islands. Emerg. Infect. Dis. 12, 330–332.
21. HOGERWERF L., I. ROOF , M. J. K. DE JONG, F. DIJKSTRA, W. VAN DER HOEK (2020): Animal sources for zoonotic transmission of psittacosis: a systematic review. BMC Infect. Dis. 4, 20 (1), 192. doi: 10.1186/s12879-020-4918-y.
22. HORVATEK TOMIĆ, D., K. LAROUCAU, E. PRUKNER-RADOVČIĆ (2012): Detection of *Chlamydia psittaci* genotypes in fecal samples of homing pigeons in Croatia. Vet arhiv 83, 201-209.
23. HOTZEL, H., A. BERNDT, F. MELZER, K. SACHSE (2004): Occurrence of *Chlamydiaceae* spp. in a wild boar (*Sus scrofa* L.) population in Thuringia (Germany). Vet. Microbiol. 103, 121–126.
24. HULIN, V., S. OGER, F. VORIMORE, R. AAZIZ, B. D. BARBEYRAC, J. BERRUCHON, K. SACHE, K. LAROUCAU (2015): Host preference and zoonotic potential of *Chlamydia psittaci* and *C. gallinacea* in poultry. FEMS Pathogens and Disease, 73, 1-11. doi: 10.1093/femspd/ftv005.
25. JELOCNIK, M., C. JENKINS, B. O'ROURKE, J. BARNWELL, A. POLKINGHORNE (2018.): Molecular evidence to suggest pigeon-type *Chlamydia psittaci* in association with an equine foal loss. Transbound. Emerg. Dis. 65, 911-915. Doi: 10.1111/tbed.12817.
26. KALETA E. F., E. M. TADAY (2003): Avian host range of *Chlamydophila* spp. based on isolation, antigen detection and serology. Avian Pathol. 32, 435-46.
27. KAUFFOLD, J., F. MELZER, A. BERNDT, G. HOFFMANN, H. HOTZEL, K. SACHSE (2006): Chlamydiae in oviducts and uteri of repeat breeder pigs. Theriogenology 66, 1816–1823.

28. KEMMERLING, K., U. MULLER, M. MIELENZ, H. SAUERWEIN (2009): *Chlamydophila* species in dairy farms: polymerase chain reaction prevalence, disease association, and risk factors identified in a cross-sectional study in western Germany. J. Dairy. Sci. 92, 4347–4354.
29. KNITTLER, M. R., A. BERNDT, S. BÖCKER, P. DUTOV, F. HÄNEL, D. HEUER, D. KÄGEBEIN, A. KLOS, S. KOCH, E. LIEBER-TONORIO, C. OSTERMANN, P. REINHOLD, H. P. SALUZ, G. SCHÖFL, P. SEHNERT, K. SASCHSE (2014): *Chlamydia psittaci*: New insights into genomic diversity, clinical pathology, host–pathogen interaction and anti-bacterial immunity. Int. J. Med. Microbiol. 304, 877–893. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijmm.2014.06.010>.
30. LAGEA, S., I. KALMAR, K. LAROUCAU, F. VORIMORE, D. VANROMPAY (2014.): Emerging *Chlamydia psittaci* infections in chickens and examination of transmission to humans. J. Med. Microbiol. 63, 399-407. Doi 10.1099/jmm.0.64675-0.
31. LAROUCAU, K., R. AZZIZ, L. MEURICE, V. SERVAS, I. CHOSSAT, B.D. BARBEYRAC, V. VAILLANT, J.L. MOYEN, F. MEZIANI, K. SACHSE, P. ROLLAND (2015): Outbreak of psittacosis in a group of women exposed to *Chlamydia psittaci*-infected chickens. Euro Surveill 20 (24), pii 21155.
32. LENZKO, H., U. MOOG, K. HENNING, R. LEDERBACH, R. DILLER, C. MENGE, K. SACHSE, L. D. SPRAGUE (2011): High frequency of chlamydial co-infections in clinically healthy sheep flocks. BMC Vet. Res. 7, 29.
33. LONGBOTTOM, D., L. J. COULTER (2003): Animal chlamydioses and zoonotic implications. J. Comp. Pathol. 128, 217–244.
34. LUBLIN, A., G. SHUDARI, S. MECHANI, Y. WEISMAN (1996): Egg transmission of *Chlamydia psittaci* in turkeys. Vet. Rec. 139 (12), 300.
35. MAGNINO, S., D. HAAG-WACKERNAGEL, I. GEIGENFEIND, S. HELMECKE, A. DOVC, E. PRUKNER-RADOVCIC (2009): Chlamydial infections in feral pigeons in Europe: Review of data and focus on public health implications. Vet. Microbiol. 135 (1–2), 54–67. doi:10.1016/j.vetmic.2008.09.045.

36. QUILICOT, A. M. M., Ž. GOTTSTEIN, D. HORVATEK TOMIĆ, E. PRUKNER-RADOVČIĆ (2017): Progress in *Chlamydia psittaci* vaccine development in poultry, WPSA Journal, 73, 505-514. DOI: 10.1017/S0043933917000460
37. PANTCHEV, A., R. STING, R. BAUERFEIND, J. TYCZKA, K. SACHSE (2010) Detection of all *Chlamydophila* and *Chlamydia* spp. of veterinary interest using species-specific real-time PCR assays. Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis. 33, 473–484.
38. PANG, Y., F. CONG, X. ZHANG, H. LI, Y.-F. CHANG, Q. XIE, Q. LIN (2021.): A recombinase polymerase amplification–based assay for rapid detection of *Chlamydia psittaci*. Poultry Sci. 100, 585-591. doi.org/10.1016/j.psj.2020.11.031.
39. PRUKNER-RADOVČIĆ, E., D. HORVATEK, Ž. GOTTSTEIN, I. CIGLAR GROZDANIĆ, H. MAZIJA (2005): Epidemiological investigation of *Chlamydophila psittaci* in pigeons and other free-living birds in Croatia. Vet. Res. Com. 29, 17-21.
40. PRUKNER-RADOVČIĆ, E. (2010): Bolesti ptica kućnih ljubimaca. Medicinska naklada. Zagreb. Hrvatska.
41. RAVICHANDRAN K., S. ANBAZHAGAN, K. KARTHIK, M. ANGAPPAN, B. DHAYANANTH (2021): A comprehensive review on avian chlamydiosis: a neglected zoonotic disease. Trop. Anim. Health Prod. 53, 414. doi: 10.1007/s11250-021-02859-0.
42. RODOLAKIS, A., K. Y. MOHAMAD (2009): Zoonotic potential of *Chlamydophila*. Vet. Microbiol. 140, 382-391. doi:10.1016/j.vetmic.2009.03.014.
43. SACHSE, K., K. LAROUCAU, H. HOTZEL, E. SCHUBERT, R. EHRLICH, P. SLICKERS (2008): Genotyping of *Chlamydophila psittaci* using a new DNA microarray assay based on sequence analysis of ompA genes. BMC Microbiol. 8, 63.
44. SACHSE, K., K. LAROUCAU, K. RIEGE, S. WEHNER, M. DILCHER, H. H. CREASY, M. WEIDMANN, G. MYERS, F. VORIMORE, N. VICARI, S. MAGNINO, E. LIEBLER-TENORIO, A. RUETTGER, P. M. BAVIOLI, F. T. HUFERT, R. ROSSELLÓ-MÓRA, M. MARZO (2014): 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. 37, 79–88. <http://dx.doi.org/10.1016/j.syapm.2013.12.004>

45. SACHE, K., K. LAROUCAU, D. VANROMPAY (2015): Avian *Chlamydiosis*. Curr. Clin. Micro. Rpt. doi 10.1007/s40588-014-0010-y.
46. SHIVAPRASAD, H. L., S. CARNACCINI, M. BLAND, R. AAZIZ, R. MOELLER, K. LAROUCAU (2015.): An Unusual Outbreak of Chlamydiosis in Commercial Turkeys Involving the Nasal Glands. Avian Dis 59 (2), 315-322. <https://doi.org/10.1637/11006-123014-Reg>
47. STAUB, E., H. MARTI, R. BIONDI, A. LEVI, M. DONATI, C. A. LEONARD, i sur. (2018): Novel *Chlamydia* species isolated from snakes are temperature-sensitive and exhibit decreased susceptibility to azithromycin. Sci. Rep. 8, 5660. doi: 10.1038/s41598-018-23897-z.
48. SZEREDI, L., H. HOTZEL, K. SACHSE (2005): High prevalence of chlamydial (*Chlamydophila psittaci*) infection in fetal membranes of aborted equine fetuses. Vet. Res. Commun. 29 (Suppl. 1), 37–49.
49. TAYLOR-BROWN, A., N. L. BACHMANN, N. BOREL, A. POLKINGHORNE (2016): Culture-independent genomic characterisation of *Candidatus Chlamydia sanzinia*, a novel uncultivated bacterium infecting snakes. BMC Genomics 17, 710. doi: 10.1186/s12864-016-3055-x.
50. THEEGARTEN, D., K. SACHSE, B. MENTRUP, K. FEY, H. HOTZEL, O. ANHENN (2008): *Chlamydophila* spp. infection in horses with recurrent airway obstruction: similarities to human chronic obstructive disease. Respir. Res. 9, 14.
51. VAN LOOCK, M., T. GEENS, L. DE SMIT, H. NAUWYNCK, P. VAN EMPEL, C. NAYLOR i sur (2005): Key role of *Chlamydophila psittaci* on Belgian turkey farms in association with other respiratory pathogens. Vet Microbiol 107 (1-2), 91-101. doi: 10.1016/j.vetmic.2005.01.009.

52. VAN LOOCK, M., K. LOOTS, M. VAN HEERDEN, D. VANROMPAY, B. M. GODDEERIS (2006): Exacerbation of *Chlamydophila psittaci* pathogenicity in turkeys superinfected by *Escherichia coli*. *Vet. Res.* 37 (6), 745-755. Doi: 10.1051/vetres:2006033.
53. VANROMPAY, D., J. MAST, R. DUCATELLE, F. HAESEBROUCK, B. GODDEERIS (1995): Chlamydia psittaci in turkeys: pathogenesis of infections in avian serovars A, B and D. *Vet. Microbiol.* 47, 245–256.
54. VANROMPAY, D. (2013): Avian Chlamydiosis. U: Diseases of Poultry, 13th edition 2013 (Swayne D, ur.) Ames: Wiley- Blackwell Publishing, Section III: Bacterial Diseases, Chapter 24.
55. VAN WETTERE, A. J. (2020): Avian Chlamydiosis (Psittacosis, Ornithosis, Parrot Fever). MSD Veterinary Manual (pristupljeno 29.10.2021., <https://www.msdvetmanual.com/poultry/avian-chlamydiosis/avian-chlamydiosis>).
56. VERMINNEN, K., D. S. A. BEECKMAN, N. K. SANDERS, S. D. SMEDT, D. C. G. VANROMPAY (2010): Vaccination of turkeys against *Chlamydophila psittaci* through optimised DNA formulation and administration. *Vaccine* 28, 3095–3105.
57. VORIMORE, F., R. C. HSIA, H. HUOT-CREASY, S. BASTIAN, L. DERUYTER, A. PASSET, i sur (2013): Isolation of a New Chlamydia species from the Feral Sacred Ibis (*Threskiornis aethiopicus*): Chlamydia ibidis. *PLoS One* 8:e74823. doi: 10.1371/journal.pone.0074823.
58. WALLENSTEN, A., H. FREDLUND, A. RUNEHAGEN (2014): Multiple human-tohuman transmission from a severe case of psittacosis, Sweden, January-February 2013. *Euro Surveill* 19 (42).
59. WYRICK, P. B., E. A. BROWNRIDGE (1978): Growth of *Chlamydia psittaci* in macrophages. *Infect. Immun.* 19, 1054–1060.
60. WITTENBRINK, M. M., M. MROZEK, W. BISPING (1993): Isolation of *Chlamydia psittaci* from a chicken egg: evidence of egg transmission. *Zentralbl Veterinarmed B* 40(6), 451–452.



61. YIN, L., I. D. KALMAR, S. LAGAE, S. VANDENRIESSCGE, W. VANDERHAEGHEN, P. BUTAYE, E. COX, D. VANROMPAY (2012): Emerging *Chlamydia psittaci* infections in the chicken industry and pathology of *Chlamydia psittaci* genotype B and D strains in specific pathogen free chickens. *Vet. Microbiol.* 162, 740–749.
62. YIN, L., S. LAGAE, I. KALMAR, N. BOREL, A. POSPISCHIL, D. VANROMPAY (2013): Pathogenicity of low and highly virulent *Chlamydia psittaci* isolates for specific-pathogen-free chickens. *Avian Dis.* 57 (2), 242-247. doi: 10.1637/10439-102612-Reg.1.
63. ZHANG, F., S. LI, J YANG , W. PANG, L. YANG, C. HE. (2008): Isolation and characterization of *Chlamydia psittaci* isolated from laying hens with cystic oviducts. *Avian Dis* 52: 74–78.

## 6. SAŽETAK

Klamidioza je jedna od iznimno važnih bolesti peradi i ptica, s izraženim zoonotskim potencijalom, posebice kada je u pitanju vrsta *C. psittaci*. Ove se bakterije nalaze u velikom broju različitih vrsta ptica u kojih uzrokuju respiratorne, probavne ili sistemske zaraze, no značajan problem predstavljaju asimptomatski oboljele jedinke. Unutarstanični razvoj ove bakterije čini dijagnostiku složenom, uz moguće opasnosti od zaraza za djelatnike u dijagnostičkim laboratorijima, posebice ako se dijagnostika temelji na dokazu antigena ili izdvajanju klamidija na zametcima ili kulturi stanica. Ipak, najčešće obolijevaju radnici na farmama peradi, u klaonicama ili valionicama, tj. svi oni koji su u bliskom kontaktu sa zaraženim pilićima, patkama i puranima. Bolest u ljudi obično je respiratorna, karakterizirana simptomima sličnima gripi, ali može biti prisutna i teška upala pluća, te iako se liječi antibioticima, neophodno je spriječiti mogućnost prijenosa ove opasne zoonoze na način da svi radnici u rizičnim zanimanjima rade u sigurnom radnom okolišu, bez kontakta sa pozitivnim pticama, te uz strogo provođenje preventivnih mjera.

**Ključne riječi:** klamidioza ptica, *C. psittaci*, perad, zoonoza

## 7. SUMMARY

### **Emergence of *Chlamydia psittaci* in poultry and their zoonotic potential**

Chlamydiosis is one of the extremely important diseases of poultry and birds, with a pronounced zoonotic potential, especially when it comes to the species *C. psittaci*. These bacteria are found in a large number of different bird species in which they cause respiratory, digestive, or systemic infections, but a significant problem is represented by asymptomatic diseased individuals. The intracellular development of this bacterium makes diagnosis complex, with possible risks of infection for employees in diagnostic laboratories, especially if the diagnosis is based on antigen detection or chlamydia isolation on embryos or cell culture. However, workers on poultry farms, slaughterhouses or hatcheries, ie all those who are in close contact with infected chickens, ducks and turkeys, are most often affected. The disease in humans is usually respiratory, characterized by flu-like symptoms, but severe pneumonia may be present, and although treated with antibiotics, it is necessary to prevent the possibility of transmitting this dangerous zoonosis by having all workers in hazardous occupations work in a safe work environment, without contact with positive birds, and with strict implementation of preventive measures.

**Key words:** avian chlamydiosis, *C. psittaci*, poultry, zoonosis

## 8. ŽIVOTOPIS

Rođen sam 3. 6. 1990. godine u Derventi (BiH). Prva dva razreda Osnovne škole sam završio u Sisku, potom se obiteljski selimo u Slavonski Brod gdje završavam osnovnu školu 2005. godine, nakon čega upisujem Gimnaziju jezični smjer koju završavam 2009. Maturirao sam sa vrlo dobrim uspjehom. Odmah po završetku srednje škole upisujem Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu te se na petoj godini opredjeljujem za smjer veterinarskog javnog zdravstva. Za vrijeme studiranja sam kratko volontirao na Klinici za zarazne bolesti, a stručnu praksu sam odradio u Veterinarskoj ambulanti u Lučkom. Kao student sam radio poslove preko student servisa u Kozmu i Pet Centru i od toga 3 godine kao kuhar u restoranu Submarine Burger.