

# BAKTERIJSKE ZOONOZE KONJA

---

**Bence, Filip**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*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:178:876702>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-20**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
VETERINARSKI FAKULTET

Filip Bence

# BAKTERIJSKE ZOONOZE KONJA

*Diplomski rad*

Zagreb, 2022.

**Zavod za mikrobiologiju i zarazne bolesti s klinikom  
Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu**

**Predstojnik:** izv. prof. dr. sc. Vilim Starešina

**Mentorica:** izv. prof. dr. sc. Zrinka Štritof

**Članovi Povjerenstva za obranu diplomskog rada:**

1. izv. prof. dr. sc. Josipa Habuš
2. doc. dr. sc. Matko Perharić
3. izv. prof. dr. sc. Zrinka Štritof
4. izv. prof. dr. sc. Suzana Hađina (zamjena)

## **Zahvala**

*Zahvaljujem se mentorici izv. prof. dr. sc. Zrinki Štritof na pruženoj pomoći, izdvojenom vremenu, savjetima i vodstvu tijekom pisanja ovog diplomskog rada.*

*Zahvaljujem se i svim svojim kolegama koji su mi uljepšali i olakšali studentske dane i s kojima sam stekao prijateljstvo za cijeli život.*

*Posebno hvala roditeljima i obitelji koji su mi bili neizmjerena podrška kroz sve godine studija.*

*Hvala vam od srca!*

## Sadržaj rada

1. UVOD .....	1
2. PREGLED REZULTATA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA .....	2
2.1. Bolesti koje se mogu prenijeti s čovjeka na čovjeka.....	8
2.1.1. Infekcije bakterijama roda <i>Acinetobacter</i> .....	8
2.1.2. Infekcija bakterijom <i>Clostridium difficile</i> .....	8
2.1.3. Infekcije bakterijama roda <i>Enterococcus</i> .....	9
2.1.4. Infekcija bakterijom <i>Escherichia coli</i> .....	10
2.1.5. Infekcije bakterijama roda <i>Klebsiella</i> spp. ....	11
2.1.6. Kampilobakterioza.....	12
2.1.7. Leptospiroza .....	13
2.1.8. Infekcije bakterijama roda <i>Staphylococcus</i> .....	14
2.1.9. Infekcije bakterijama roda <i>Mycobacterium</i> .....	15
2.1.10. Salmoneloza .....	16
2.1.11. Q groznica .....	16
2.2. Bolesti koje se ne prenose s čovjeka na čovjeka .....	18
2.2.1. Aktinobaciloza.....	18
2.2.2. Bedrenica.....	19
2.2.3. Botulizam .....	20
2.2.4. Bruceloza.....	21
2.2.5. Dermatofiloza .....	22
2.2.6. Klamidioza .....	22
2.2.7. Listerioza .....	23
2.2.8. Maleus .....	24
2.2.9. Infekcija bakterijom <i>Rhodococcus equi</i> .....	25
2.2.10. Ždrebećak .....	26
2.3. Bolesti koje se prenose vektorima .....	28
2.3.1. Anaplazmoza .....	28
2.3.2. Bartoneloza.....	28
2.3.3. Erlihioza .....	31
2.3.4. Lajmska borelijoza.....	31
2.3.5. Rikecioza .....	32
3. RASPRAVA I ZAKLJUČCI.....	35
4. LITERATURA .....	36
5. SAŽETAK.....	56
6. SUMMARY .....	57
7. ŽIVOTOPIS.....	58

## **Popis tablica**

**Tablica 1.** Karakteristike uzročnika bakterijskih zoonoza konja (SACK i sur., 2020.).

**Tablica 2.** Putevi prijenosa potencijalnih zoonotskih bakterijskih patogena konja (SACK i sur., 2020.).

**Tablica 3.** Organski sustavi kod ljudi zahvaćeni bakterijskim zoonotskim patogenima konja (SACK i sur., 2020.).

## 1. UVOD

Zoonoze su zarazne bolesti zajedničke ljudima i nekim životinjskim vrstama. Specifično za njih je da se mogu prenositi sa životinja na ljude te obrnuto. Zoonoze su globalni javno zdravstveni problem te veterinari imaju ključnu ulogu u njihovom sprječavanju, suzbijanju i iskorjenjivanju. Konji su još od davnina bili korišteni kao radne životinje, kao sredstvo transporta te za hranu. Njihova se uloga kroz povijest mijenjala i razvijala. Danas se većinom koriste za rekreaciju, sport i kao ljubimci u većinskom dijelu svijeta, a način na koji se koriste razlikuje se prema geografskoj regiji i socioekonomskom statusu ljudi (SACK i sur., 2020.). Potencijalni rizici za prijenos zoonotskih patogena konja na ljude rastu. Transport konja je intenzivniji, globalna distribucija hrane, u ovom slučaju konjskog mesa (ESPIÉ i sur., 2005.), je razvijenija te se zoonoze mogu širiti na velike udaljenosti.

Zoonoze čine više od 60% do danas poznatih i 75% novonastalih bolesti (TAYLOR i sur., 2001.). Stoka predstavlja velik rizik za prijenos zoonoza preko kontakta sa živom životinjom, kao i preko mlijeka, mesa ili drugih životinjskih proizvoda.

Mnogi javno zdravstveni djelatnici nisu svjesni rizika zoonoza koje šire konji. U jednoj anketi iz 2013. godine, koja se odnosila na kanadske javno zdravstvene djelatnike, otprilike svaki šesti ispitanik izjavio je da vjeruje da konji nemaju utjecaja na zdravlje ljudi (SNEDEKER i sur., 2013.). Istraživanje na Novom Zelandu iz 2009. pokazalo je da 69% prostorija za konje nije imalo biosigurnosni protokol za posjetitelje, što može dovesti do širenja zoonotskih bolesti (ROSANOWSKI i sur., 2012.).

Ovaj rad daje pregled do sada opisanih bakterijskih zoonoza konja.

## 2. PREGLED REZULTATA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Ovaj rad pregledno opisuje 27 uzročnika bakterijskih zoonoza konja. Njihove glavne karakteristike prikazane su u Tablici 1. Bakterijske zoonoze konja su u ovom radu podijeljene u tri skupine; one koje se nakon prijenosa s konja na čovjeka mogu dalje prenositi među ljudima, one koje se ne prenose s čovjeka na čovjeka te na bolesti koje se prenose vektorima.

Najčešći putevi širenja bolesti su ingestijom (putem hrane), inhalacijom (aerogeno), izravnim kontaktom (dodir, rane, ugrizi) te vektorima.

### Širenje ingestijom (putem hrane)

Ljudi se mogu zaraziti uzročnicima zoonoza konzumacijom zaraženog konjskog mesa ili mlijeka. *Brucella* spp., *Mycobacterium* spp., *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter* spp., *Coxiella burnetii* i *E. coli* su uzročnici koji se mogu nalaziti u nepasteriziranom mlijeku te predstavljaju vjerojatan rizik (JOHN, 2006.). Prijavljen je i slučaj zaraze multirezistentnom salmonelom nakon konzumacije konjskog mesa (ESPIÉ i sur., 2005.).

### Širenje inhalacijom (aerogeno)

Rizici za infekciju ljudi meticilin rezistentnim *Staphylococcus aureus* i *Actinobacillus equuli* su povećani u bolničkim okruženjima za ljude i konje (WEESE i LEFEBVRE 2007., JOKISALO i sur., 2010., CUNY i WITTE 2016.). Imunokompromitirane osobe su primljivije na infekciju bakterijom *Rhodococcus equi* (TOPINO i sur., 2010.). Prilikom ždrebljenja povećan je rizik za aerogeno širenje patogena, uključujući *A. equuli* i *C. burnetii* (TOZER i sur., 2014.).

### Rane, ugrizi ili izloženost kože (kontakt)

Rane od noževa, skalpela ili igala tijekom klanja ili obdukcije, drugi su putevi zaraze. Slučaj zaraze *A. equuli* dogodio se kod mesara koji je posjekao ruku dok je bio na poslu (ASHHURST- SMITH i sur., 1998.). Kontaminacija rana može se dogoditi kada patogen ima pristup otvorenim ranama. Inficirane rane u konja mogu poslužiti kao izvor infekcije za ljude. MRSA je uobičajeni kontaminant rane (KOČEK i sur., 2014.). Opisan je i slučaj više veterinarara i studenata koji nisu imali otvorenih rana, a bili su u kontaktu s kontaminiranom ranom ždrebeta te su se zarazili MRSA-om. (SCHWABER i sur. 2013.). U drugom slučaju, smrtonosna infekcija *S. equi subspecies zooepidemicus* dijagnosticirana je kod muškarca koji se brinuo za konja s otvorenom ranom (KAWAKAMI i sur., 2016.). Bolesti kože kod konja su vidljive i ne smije ih se izravno dirati bez rukavica.



## Širenje vektorima

Komarci su najčešći prijenosnici zoonotskih bolesti konja koje se prenose vektorima, a slijede ih krpelji i muhe. *Coxiella burnetii* ne zahtijeva vektora za prijenos.

Zoonoze konja koje prenose krpelji pronađene su kod ljudi, krpelja i konja (OTOMURA i sur., 2010., TOLEDO i sur., 2011., BUTLER i sur., 2016.a, 2016.b). Prevencija zahtijeva mjere suzbijanja krpelja, jer nema izravnog prijenosa ovih bolesti, osim *C. burnetii*. Svih pet uzročnika zoonoza konja koje prenose krpelji su gram negativne bakterije. Muhe i drugi insekti također mogu prenijeti bolesti s konja na ljude. Uzročnik *Bartonella* spp. širi se muhama, ušima i buhama. Postoje neke rasprave o uključenosti krpelja u prijenos, ali se dokazi smatraju neuvjerljivima (TELFORD i WORMSER 2010.). Načini širenja pojedinih bakterijskih zoonoza konja prikazani su u Tablici 2., a organski sustavi koje pojedine bolesti zahvaćaju u ljudi prikazani su u Tablici 3.

**Tablica 1.** Karakteristike uzročnika bakterijskih zoonoza konja (SACK i sur., 2020.).

Uzročnik	Karakterizacija patogena	Dijagnostika	Prijenos s „čovjeka na čovjeka”
<i>Actinobacillus</i> spp.	Gram negativna	Izdvajanje uzročnika	Ne
<i>Acinetobacter</i> spp.	Gram negativna	Izdvajanje uzročnika	Da
<i>Anaplasma phagocytophilum</i>	Gram negativna	Serološki, PCR	Vektor
<i>Bacillus anthracis</i>	Gram pozitivna	PCR, izdvajanje uzročnika, krvni razmaz	Ne
<i>Bartonella</i> spp.	Gram negativna	PCR, izdvajanje uzročnika, serološki	Vektor
<i>Borrelia burgdorferi</i>	Gram negativna	Serološki, PCR	Vektor
Botulinum toksin	Gram pozitivna	Biološki test na mišu, PCR	Ne
<i>Brucella</i> spp.	Gram negativna	Izdvajanje uzročnika, serološki, PCR	Ne
<i>Burkholderia mallei</i>	Gram negativna	Izdvajanje uzročnika	Ne
<i>Campylobacter</i> spp.	Gram negativna	Izdvajanje uzročnika	Da
<i>Chlamydia</i> spp.	Gram negativna	PCR, izdvajanje uzročnika, imunofluorescencija, citologija	Ne

<i>Clostridium difficile</i>	Gram pozitivna	PCR, izdvajanje uzročnika	Da
<i>Coxiella burnetii</i>	Gram negativna	PCR, serološki	Da
<i>Ehrlichia</i>	Gram negativna	PCR, serologija, krvni razmaz	Ne, vektor
<i>Enterococcus</i> spp.	Gram pozitivna	Izdvajanje uzročnika, PCR	Da
<i>Escherichia coli</i>	Gram negativna	Izdvajanje uzročnika, PCR	Da
<i>Klebsiella</i> spp.	Gram negativna	Izdvajanje uzročnika, PCR	Da
<i>Leptospira</i> spp.	Gram negativna	Serološki, izdvajanje uzročnika	Da
<i>Listeria monocytogenes</i>	Gram pozitivna	Izdvajanje uzročnika	Ne
Meticilin-rezistentni <i>staphylococcus</i> spp.	Gram pozitivna	Izdvajanje uzročnika, PCR	Da
<i>Mycobacterium</i> spp.	Gram pozitivna, acidoalkoholno-rezistentna	Histopatologija, PCR, izdvajanje uzročnika	Da
<i>Rhodococcus equi</i>	Gram pozitivna	Serologija, histopatologija, PCR, izdvajanje uzročnika	Ne
<i>Rickettsia</i> spp.	Gram negativna	PCR, serologija, citologija	Vektor
<i>Salmonella</i> spp.	Gram negativna	Izdvajanje uzročnika, PCR	Da
<i>Staphylococcus</i> spp.	Gram pozitivna	Izdvajanje uzročnika, PCR	Da
<i>Streptococcus equi</i> subspp. <i>zooepidemicus</i> i <i>ruminantium</i>	Gram pozitivna	Izdvajanje uzročnika, PCR	Ne

**Tablica 2.** Načini širenja zoonotskih bakterijskih patogena konja (SACK i sur., 2020.).

Uzročnik	Ingestija	Inhalacija	Rane, ugrizi i izloženost kože	Vektorske bolesti
<i>Actinobacillus</i> spp.	X	X	X	
<i>Acinetobacter</i> spp.	X	X		
<i>Anaplasma phagocytophilum</i>				X
<i>Bacillus anthracis</i>	X	X	X	
<i>Bartonella</i> spp.				X
<i>Borrelia burgdorferi</i>				X
Botulinum toksin	X		X	
<i>Brucella</i> spp.	X	X	X	
<i>Burkholderia mallei</i>		X	X	
<i>Campylobacter</i> spp.	X			
<i>Chlamydia</i> spp.		X		
<i>Clostridium difficile</i>	X			
<i>Coxiella burnetii</i>	X	X		X
<i>Ehrlichia</i>				X
<i>Enterococcus</i> spp.	X			
<i>Escherichia coli</i>	X			
<i>Klebsiella</i> spp.	X		X	
<i>Leptospira</i> spp.	X	X	X	
<i>Listeria monocytogenes</i>	X			
Meticilin-rezistentni <i>Staphylococcus</i> spp.		X	X	

<i>Mycobacterium</i> spp.	X	X	X	
<i>Rhodococcus equi</i>	X	X	X	
<i>Rickettsia</i> spp.				X
<i>Salmonella</i> spp.	X			
<i>Staphylococcus</i> spp.	X	X	X	
<i>Streptococcus equi</i> subsp. <i>Zooepidemicus</i> i <i>ruminatorum</i>	X	X		

**Tablica 3.** Organski sustavi kod ljudi zahvaćeni bakterijskim zoonotskim patogenima konja (SACK i sur., 2020.).

Uzročnik	Sistemi	Gastrointestinalni	Respiratorni	Kožni	Neurološki	Reproduktivni	Jetra	Cirkulatorni	Bubrezi
<i>Actinobacillus</i> spp.	X								
<i>Acinetobacter</i> spp.	X		X						
<i>Anaplasma phagocytophilum</i>	X								
<i>Bacillus anthracis</i>		X	X	X					
<i>Bartonella</i> spp.	X			X					
<i>Borrelia burgdorferi</i>	X			X					
Botulinum toksin	X								
<i>Brucella</i> spp.	X								
<i>Burkholderia mallei</i>	X		X	X					
<i>Campylobacter</i> spp.		X							
<i>Chlamydia</i> spp.	X		X			X			

<i>Clostridium difficile</i>		X							
<i>Coxiella burnetii</i>	X					X			
<i>Ehrlichia</i>	X			X				X	
<i>Enterococcus</i> spp.	X	X			X				
<i>Escherichia coli</i>	X	X							
<i>Klebsiella</i> spp.	X	X	X						
<i>Leptospira</i> spp.	X	X					X		X
<i>Listeria monocytogenes</i>	X	X				X			
Meticilin-rezistentni <i>staphylococcus</i> spp.	X		X	X					
<i>Mycobacterium</i> spp.	X		X	X					
<i>Rhodococcus equi</i>	X		X						
<i>Rickettsia</i> spp.	X								
<i>Salmonella</i> spp.		X							
<i>Staphylococcus</i> spp.			X	X					
<i>Streptococcus equi</i> subspp. <i>Zooepidemicus</i> i <i>ruminatorum</i>	X		X		X			X	X

## 2.1. Bolesti koje se mogu prenijeti s čovjeka na čovjeka

### 2.1.1. Infekcije bakterijama roda *Acinetobacter*

*Acinetobacter baumannii* pripada obitelji *Moraxellaceae* i redu *Pseudomonadales* u klasi *Gammaproteobacteria*. Klinički relevantne vrste uglavnom su ograničene na *Acinetobacter* kompleks *calcoaceticus/Acinetobacter baumannii* (ACB), odnosno *A. baumannii*, *A. calcoaceticus*, *A. pittii*, *A. nosocomialis* (NOCERA i sur., 2021.).

Među ACB kompleksom, bakterija *A. baumannii* je najvažnija zbog svoje česte uključenosti u bolničke infekcije kod kritično bolesnih i imunokompromitiranih osoba. Brza i točna identifikacija (razlikovanje od drugih vrsta kompleksa) nužna je za njezin sve veći klinički interes u cijelom svijetu (DIJKSHOORN i sur., 2007.).

U veterinarskoj medicini podaci o bakteriji *A. baumannii* kod životinja su još uvijek oskudni, iako su neki slučajevi prijavljeni (KIMURA i sur., 2018.). Konkretno, 2011. godine pokrenuto je istraživanje o bakteriji *A. baumannii* gdje je ista opisana kao patogen u nastajanju u nekim europskim veterinarskim klinikama (ZORDAN i sur., 2011.). Ne može se isključiti da životinje mogu igrati ulogu rezervoara (RAFEI i sur., 2015.).

Bakterija *A. baumannii* izolirana je kod ljubimaca s različitih mjesta infekcije, npr. urinarnog trakta, kod otitisa, apscesa, upale pluća i sepse (KIMURA i sur., 2018.). Međutim, bakterije roda *Acinetobacter* mogu preživjeti na zdravoj koži životinje, gdje mogu biti potencijalni rezervoari infekcije, što ukazuje na važnost stroge higijene, dezinfekcije i antiseptike (MITCHELL i sur., 2018.). S obzirom na potencijalnu rezistenciju *A. baumannii* na više lijekova, liječenje oboljelih životinja često je pomoćno i po mogućnosti bi se trebalo temeljiti na in vitro rezultatima ispitivanja osjetljivosti na antimikrobne lijekove. Životinjski izolati pokazuju visoku genetsku raznolikost i općenito se razlikuju u svojim tipovima sekvenci i uzorcima otpornosti od onih pronađenih u ljudi (VAN DER KOLK i sur., 2019.).

### 2.1.2. Infekcija bakterijom *Clostridium difficile*

*Clostridium difficile* je gram-pozitivna, štapićasta, anaerobna bakterija, koju su prvi opisali Hall i O'Toole 1935. godine kao dio mikrobne crijevne flore dojenčadi (HALL i O'TOOLE, 1935.). *C. difficile* spada u skupinu fakultativno patogenih bakterija jer se može dokazati i u crijevima zdravih osoba bez ikakvih karakterističnih simptoma. Patogenost bakterije *C. difficile* temelji se na

proizvodnji različitih toksina; enterotoksin A, citotoksin B, te ona kod nekih sojeva (ribotip 027) uzrokuje teže simptome (SCHROEDER, 2005.).

Važnost *C. difficile* kao patogenog uzročnika kod životinja nije baš razjašnjena do sada. Poznato je da se može izolirati iz izmeta ždrebadi, pasa, mačaka i svinja s kliničkim znakovima proljeva (SCHNEEBERG i sur., 2013.), ali i kod zdravih životinja (RODRIGUEZ-PALACIOS i sur., 2013.). Također se može otkriti u različitoj prerađenoj i neprerađenoj hrani životinjskog podrijetla (DE BOER i sur., 2011.).

*Clostridium difficile* se smatra jednim od najvažnijih uzročnika proljeva i enterokolitisa kod konja. Ždrebadi i odrasli konji podjednako su osjetljivi na zarazu. Visoko otporna spora *C. difficile* infektivna je jedinica prijenosa, koja se primarno prenosi fekalno-oralnim putem. Izvori infekcije uključuju konjski izmet, kontaminirano tlo, ambulante i izmet drugih životinja.

Dva glavna čimbenika rizika za razvoj bolesti povezane s *C. difficile* kod odraslih konja su hospitalizacija i antimikrobno liječenje, iako se sporadično mogu pojaviti slučajevi u konja koji nisu primali antimikrobne lijekove niti su bili hospitalizirani. Proljev je čest problem kod ždrebadi (BROWNING i sur., 1991.; NETHERWOOD i sur., 1996.). Najčešći antibiotici povezani s infekcijom u konja su eritromicin, trimetoprim/sulfonamidi,  $\beta$ -laktamski antibiotici, klindamicin, rifampicin i gentamicin (DIAB i sur. 2013.).

Klinički znakovi i intestinalne lezije nisu specifične i ne mogu se koristiti za razlikovanje infekcija bakterijom *C. difficile* od infekcija uzrokovanih drugim uzročnicima, kao što su *Clostridium perfringens* ili *Salmonella* spp. (DIAB i sur., 2013.).

Distribucija lezija po cijelom probavnom traktu ovisi o dobi. Tanko crijevo je uvijek zahvaćeno, a debelo crijevo i cekum mogu ili ne moraju imati lezije u ždrebadi mlađe od jednog mjeseca. Prirodno stečena bolest kod starije ždrebadi i odraslih konja zahvaća debelo crijevo i ponekad cekum, ali rijetko tanko crijevo. Detekcija toksina A, toksina B ili oba u crijevnom sadržaju ili izmetu smatra se najpouzdanijim dijagnostičkim kriterijem za dijagnosticiranje bolesti (DIAB i sur., 2013.).

### **2.1.3. Infekcije bakterijama roda *Enterococcus***

Tradicionalno su se enterokoki smatrali bezopasnom komenzalnom bakterijom, čak se vjerovalo da imaju pozitivne učinke na brojna gastrointestinalna i sistemska stanja. Međutim, kada je komenzalni odnos s domaćinom poremećen, enterokoki mogu izazvati invazivne infekcije (LENGFELDER i sur., 2019.). Enterokoki su fakultativne anaerobne, gram-pozitivne, katalaza-negativne bakterije mliječne kiseline koje ne stvaraju spore i normalni su stanovnici crijevne flore ljudi, mnogih različitih sisavaca, ptica, riba, gmazova, vodozemaca i insekata, kao i nematoda (COMERLATO i sur., 2020.). Do 1984.

godine enterokoki su smatrani dijelom roda *Streptococcus*, no od sredine 1980.-ih čine jedinstveni taksonomski entitet (WERNER i sur., 2013.). Danas je opisano preko 50 različitih vrsta enterokoka, od kojih su *E. faecium* i *E. faecalis* najzastupljeniji u gastrointestinalnom traktu čovjeka, dok su kod domaćih životinja najzastupljeniji *E. faecium* zajedno s *E. cecorum*, *E. faecalis* i u određenoj mjeri *E. hirae* (ZAHEER i sur., 2020.). Ekološke i epidemiološke studije pokazale su da se *E. faecalis* i *E. faecium* često izoliraju iz prehrambenih proizvoda (sir, riba, kobasice, mljevena govedina i svinjetina) i okoliša (kanalizacija, tlo i voda) (TORRES i sur., 2018.). Zbog svog preferiranog staništa u crijevima, široke rasprostranjenosti, otpornosti i lakoće uzgoja, enterokoki se koriste kao indikatori fekalne kontaminacije i dio su higijenskih standarda za vodu i prehrambene proizvode. Osim toga, prikladni su i kao važne indikatorske bakterije za veterinarske i ljudske sustave nadzora antimikrobne rezistencije (WERNER i sur., 2013.).

Povijesno gledano, *E. faecalis* je uzrokovao većinu svih enterokoknih infekcija (80-90%), no u posljednje vrijeme udio infekcija *E. faecium* je porastao nadmašujući prevalenciju *E. faecalis* (MARKWART i sur., 2019.). To može biti posljedica prodora izolata *E. faecium* rezistentnih na ampicilin u bolnicama, dok je otpornost na ampicilin i vankomicin kod *E. faecalis* i dalje rjeđa (GARCIA-SOLACHE i RICE, 2019.).

#### **2.1.4. Infekcija bakterijom *Escherichia coli***

Bakterija *Escherichia coli* je česti stanovnik crijeva većine sisavaca. Smatra se da je skoro sveprisutna u okolišu jer se izlučuje izmetom i širi vodom i tlom, gdje se može vezati za biljke i kolonizirati na njima. Postoji velika raznolikost vrste *E. coli* od kojih je većina bezopasna, ali postoje virulentni patotipovi. *Escherichia coli* O157, na primjer, je patotip koji proizvodi Shiga toksin. Ova *E. coli* povezana je s izbijanjem crijevne i hemolitičke bolesti kod ljudi i životinja (RANGEL i sur., 2005.). Čest je komenzalni organizam u crijevnom traktu konja i izdvaja se iz izmeta zdravih konja i konja s proljevom.

U jednom istraživanju, *E. coli* je izolirana iz izmeta deset konja s proljevom i četrnaest konja bez proljeva (VAN DUIJKEREN i sur., 2000.). Odabrano je devet kolonija, nasumično, iz svakog fekalnog uzorka, a zatim su ispitani različiti atributi kolonija, uključujući genotip i prisutne „čimbenike virulencije“. Otkriveno je da se genotipovi *E. coli* u dvije skupine nisu značajno razlikovali. Faktori virulencije bili su prisutni i u izmetu zdravih konja i u konja s proljevom, s izuzetkom faktora virulencije *F17 fimbriae*, koji je pronađen samo u konja s proljevom. Hemolitički sojevi *E. coli* pronađeni su u dva konja s proljevom (VAN DUIJKEREN i sur., 2000.).



*E. coli* se još uvijek ne smatra ozbiljnim primarnim patogenom u konja s proljevom, iako kliničari trebaju imati na umu da može djelovati kao sekundarni patogen, pogoršavajući patologiju primarne bolesti. Glavna je zabrinutost zbog prisutnosti *E. coli* u konjskom izmetu sa stajališta ljudskog zdravlja, budući da su neki sojevi otporni na antimikrobne lijekove, posebno u konja koji su liječeni oralnim antibioticima (MADDOX i sur., 2015.).

Kako se *E. coli* obično izolira u izmetu zdravih i bolesnih konja, ne testira se uobičajeno, niti se smatra patogenom, sve dok *Salmonella*, *Clostridia*, *Rotavirus*, *Coronavirus*, *Lawsonia*, *Neorickettsia risticii* i *Cryptosporidium* nisu prvo isključeni. Moderni dijagnostički gastrointestinalni PCR paneli koji su sada dostupni u većini dijagnostičkih laboratorija mogu pomoći u pojednostavljivanju ovog procesa. *E. coli* je osjetljiva na širok raspon antibiotika koji imaju gram-negativni spektar (MADDOX i sur., 2015.).

Prisutnost *E. coli* u okolišu je razlog za zabrinutost jer njezin utjecaj na ljude nije sasvim benignan. Ona je glavni uzročnik proljeva, peritonitisa, kolitisa, bakterijemije, smrtnosti dojenčadi i infekcija urinarnog trakta (KAPER i sur., 2004.). Ponekad bezopasni ili korisni sojevi uzrokuju oportunističke infekcije kada se unesu u bolesne domaćine ili u dijelove tijela izvan crijeva (KAPER i sur., 2004.). Postoje i patogeni sojevi koji proizvode faktore virulencije i mogu uzrokovati bolest čak i kod najzdravijeg domaćina. Ovi sojevi su klasificirani prema tome gdje i kako uzrokuju bolest u skupine koje se nazivaju patotipovi, koji uključuju enteroagregativnu, enterohemoragičnu, enteropatogenu, enterotoksogenu, uropatogenu i *E. coli* povezanu s meningitisom i septikemijom (KAPER i sur., 2004.; LEIMBACH i sur., 2013.). O157:H7 je posebno opasan jer može lako kontaminirati ljudske zalihe hrane. Asimptomatski se nalazi u govedima i drugoj stoci, a može se prenijeti na ljude putem fekalne kontaminacije mesa tijekom njegova klanja i pakiranja (FERENS i HOVDE, 2011.), može kontaminirati povrće putem gnojiva i vode te putem kontakta s pticama (CALLAWAY i sur., 2009., 2011.). Kroz te točke ulaska u ljudski prehrambeni lanac, O157 je izazvao brojne epidemije bolesti (FRENZEN i sur., 2005.; RANGEL i sur., 2005.).

### **2.1.5. Infekcije bakterijama roda *Klebsiella* spp.**

Bakterije *Klebsiella* spp. su uzročnici bakterijske upale pluća u konja. Iako izvješća o pojedinačnim slučajevima govore o kliničkoj prezentaciji upale pluća uzrokovane *Escherichia coli* ili *Actinobacillus* spp., nema velikih retrospektivnih studija koje bi opisale klinički tijek upale pluća u kojoj je primarni bakterijski izolat *Klebsiella* spp. (ESTELL i sur., 2016.).

*Klebsiella* spp. su gram-negativne, štapićaste, fakultativno anaerobne bakterije. Organizam je sveprisutan u okolišu i dio je normalne urogenitalne i crijevne mikroflore konja. U humanoj medicini bakterije *Klebsiella* spp. su uzročnici bolničke pneumonije u bolesnika koji su podvrgnuti mehaničkoj

ventilaciji. Pneumonija je povremena komplikacija mehaničke ventilacije u konja, ali povezanost s određenom bakterijskom vrstom nije prijavljena. Gram-pozitivne bakterije prisutne su u većini slučajeva upale pluća u konja, a često su praćene gram-negativnim i anaerobnim bakterijama. Iako su prethodne studije pokazale da izolacija anaerobnih bakterija i *E. coli* negativno utječe na preživljavanje konja s bakterijskom upalom pluća, nijedna druga bakterijska vrsta nije povezana s lošom prognozom. Opsežna izvješća o upali pluća u konja uzrokovanoj *Klebsiella* spp. nedostaju u veterinarskoj literaturi (ESTELL i sur., 2016.).

### 2.1.6. Kampilobakterioza

Kampilobakteriozu kod ljudi uzrokuje *Campylobacter jejuni* i u manjoj mjeri *C. coli*. Ona se očituje kao gastrointestinalna bolest (GILLESPIE i sur., 2002.). *C. jejuni* i *C. coli* zajedno čine više od 90% svih slučajeva kampilobakterioze kod čovjeka. Mogu se pojaviti i infekcije drugim vrstama *Campylobacter*, ali se događaju u specifičnim rizičnim skupinama, na primjer kod osoba s oslabljenim imunitetom (npr. *C. fetus*) (WAGENAAR i sur., 2014.), ili su vrlo rijetki (npr. *C. lari*), ili se nalaze u određenim geografskim područjima (npr. *C. upsaliensis*) (MAN, 2011.).

Kod čovjeka *Campylobacter jejuni* često uzrokuje akutni proljev, brojčano nadmašujući slučajeve salmoneloze. Infekcija može uzrokovati proljev u neljudskih primata, teladi, janjadi, prasadi, pasa, mačke, kune i tvorova (SKIRROW, 1994.). Infekcija bakterijom *Campylobacter* kod konja je neuobičajena.

Atherton i Ricketts su 1980. godine opisali zarazu *C. jejuni/coli* kod pet ždrebadi u dobi od dva do četiri mjeseca s kliničkim znakovima vrućice, kolika i proljeva. Izvješće iz New Zelanda zabilježilo je snažnu povezanost između izolacija *C. jejuni* i *C. fetus* ssp. *fetus* u ždrebetu s refraktornim proljevom (GARDNER i YOUNG, 1987.). Istodobna klostridijska infekcija vjerojatno je bila predisponirajući faktor mortaliteta u dvoje ždrijebadi, budući da su nekomplikirane infekcije s *Campylobacter* spp. kod domaćih životinja rijetko fatalne (SKIRROW, 1994.). Nalaz epsilon toksina *Clostridium perfringens* kod jednog ždrebeta, od potencijalnog je značaja, sugerirajući da je klostridijska infekcija imala etiološku ulogu. Klostridije su također pronađene u velikom broju u debelom crijevu drugog ždrebeta, iako toksini nisu nađeni. U obje ždrebadi u dijelovima tankog crijeva koji su bili obojeni po Gramu nađene su opsežne kolonizacije površinske sluznice tankim gram-negativnim štapićima, u skladu s *Campylobacter* spp. i velikih gram-pozitivnih štapića nalik na klostridije kod prvog ždrebeta. Početna kolonizacija i oštećenje površinske sluznice tada može dovesti do kolonizacije dubljeg tkiva klostridijama, s kasnijim razvojem enterotoksemije. To bi također objasnilo ozbiljnost i brzinu infekcije. Akutnu infekciju bakterijom *Campylobacter jejuni* treba smatrati mogućim uzrokom iznenadne smrti mladog konja. Oba ova slučaja prikazana su kao

pojedinačni incidenti unutar skupine ždrebadi i izvor zaraze *Campylobacter* spp. je nepoznata (GARDNER i YOUNG, 1987.).

*Campylobacter* spp. se može izolirati iz izmeta zdravih konja (WILLIAMS, 1988.) kao i konja s proljevom (Al-MASHAT i TAYLOR, 1986.) i ždrebadi (GARDNER i YOUNG, 1987.), tako da pozitivna izolacija iz fecesa ne ukazuje definitivno da je infekcija uzrok proljeva kod pojedine životinje.

Enteritis zbog infekcija *Campylobacter* spp. je rijedak kod odraslih konja i oboljele životinje su obično imunosuprimirane, oslabljene ili pogođene istodobnom crijevnom bolešću kao što je endoparazitizam (COLLOBERT, 1992.).

### 2.1.7. Leptospiroza

Leptospiroza je zoonotska bolest od svjetskog značaja koja u velikoj mjeri pogađa ranjivo ruralno i polu urbano stanovništvo. Globalna godišnja incidencija endemske ljudske leptospiroze znatno je podcijenjena zbog nedostatka svijesti, pogrešne dijagnoze i poteškoća s dijagnostičkim ispitivanjima. U tijeku su naponi da se odredi teret bolesti (WHO 2011.b).

Leptospiroza je endemična u zemljama s vlažnim suptropskim i tropskim područjima klime te se epidemije često javljaju kao posljedica poplava. Pojedinci u najvećem riziku su poljoprivrednici, stočari, radnici u klaonici, lovci, šumari, veterinari, radnici u rižinim poljima te vojno osoblje.

Leptospirozu uzrokuju razne vrste leptospira, spirohete s više od 250 patogenih serovara *Leptospira* spp. koji su prilagođeni različitim divljim ili domaćim životinjama.

Sustav klasifikacije za leptospire promijenjen je 1989. godine, vodeći do određene zabune, budući da su sada uključeni patogeni i ne patogeni serovari.

Serovari se razlikuju ovisno o geografskoj regiji (SPICKLER, 2005.). Prilagodba domaćina nije statična jer se serovari prilagođavaju novim domaćinima, cjepiva mijenjaju serovare u različitim vrstama, a klimatske promjene mogu mijenjati domaćine i serovare (HARTSKEERL i sur. 2011.). Ove činjenice dovode do poteškoća u predviđanju, prevenciji i uporabi cjepiva. Rezervoari uključuju divlje sisavce (štakori i glodavci su najčešći) kao i domaća goveda, svinje, ovce i pse. Rezervoari mogu imati asimptomatsku, blagu ili kroničnu bolest.

Leptospire se nalaze u bubrezima zaraženih rezervoara i izbacuju se urinom u okoliš u kojem mogu boraviti dulje vrijeme ovisno o okolišnim uvjetima. Slatkovodna jezera, potoci i mlake su uobičajeni izvori leptospira. Bakterije se mogu izlučiti iz vaginalnog sekreta i pobačenih fetusa nakon teljenja (SPICKLER, 2005.).

Leptospiroza kod konja povezana je s pobačajem, mrtvorodenjem i neonatalnim bolestima, rekurentnim uveitisom (mjesečno sljepilo) i sistemskom bolesti. Sistemska bolest može uzrokovati

vrućicu, letargiju, anoreksiju, žuticu i povremeno zatajenje bubrega. *Leptospira interrogans* je patogena vrsta kod konja s nekoliko serovara: *Bratislava*, *Grippotyphosa*, *Icterohaemorrhagiae* i *Pomona* (HINES, 2007.).

Ljudi se mogu zaraziti urinom kontaminiranom vodom i materijalima koji se progutaju, udahnu ili dolaze u dodir s oštećenom kožom ili sluznicom. Kontakt sa pobačenim fetusima, placentom i plodnim tekućinama još su jedan potencijalni način izlaganja, naglašavajući potrebu da radnici na farmi i veterinari uvijek nose rukavice i zaštitnu odjeću pri rukovanju ovim tkivima (HINES, 2007.).

### **2.1.8. Infekcije bakterijama roda *Staphylococcus***

Važan uzročnik bolničkih infekcija je *Staphylococcus aureus*. *S. aureus* se smatra glavnim izvorom infekcija povezanih s kirurškim ranama i respiratornim traktom (posebno donjim dijelom respiratornog trakta) (RICHARDS i sur., 1999.a; RICHARDS i sur., 1999.b). Ovaj je organizam odgovoran i smatra se drugim najvažnijim uzročnikom bakterijemije koja je povezana s bolničkim liječenjem (WISPLINGHOFF i sur., 2004.), te kod kardiovaskularnih infekcija i upale pluća (RICHARDS i sur., 1999.a; RICHARDS i sur., 1999.b). *Staphylococcus aureus* otporan na meticilin (MRSA) je endemičan, pa čak i epidemijski (STRAUSBAUGH i sur., 1996.) u mnogim bolnicama. Udio izolata *S. aureus* koji pokazuju rezistenciju na meticilin porastao je s 59,5% na 64,4%, kako je navedeno u podacima prikupljenim iz Nacionalnog sustava za nadzor bolničkih infekcija (KLEVENS i sur., 2007.). Nedavna izvješća zagovaraju da je glavni uzrok infekcija kože i mekog tkiva infekcija meticilin-rezistentnim *Staphylococcus aureus* (MRSA) u zajednici (CARLETON i sur., 2004.; KLEIN i sur., 2007.).

Meticilin-rezistentni *Staphylococcus aureus* (MRSA) je gram-pozitivna bakterija otporna na meticilin i druge beta-laktame u ovoj velikoj skupini antibiotika koji se koriste u veterinarskoj i humanoj medicini. MRSA je pronađen diljem svijeta kod ljudi i životinja. MRSA je prvi put izoliran iz goveda s mastitisom 1972. godine, što je bilo prvo prepoznavanje ove novonastale bolesti kod životinja (DEVRIESE i sur., 1972.). Od tada je pronađen u mnogim vrstama životinja uključujući svinje, konje, pse, mačke, ptice, životinje iz zooloških vrtova i morske sisavce (SPICKLER 2011.). MRSA povezan sa stokom može uzrokovati bolesti kod životinja, kao i kod ljudi u bliskom kontaktu s njima (VANDERHAEGHEN i sur. 2010.). Postoje dokazi o ograničenom širenju s čovjeka na čovjeka (VOSS i sur., 2005.). MRSA se prenosi najčešće izravnim kontaktom s koloniziranom ili zaraženom životinjom ili čovjekom (SPICKLER, 2011.). Kontaminirani okoliš je drugi potencijalni izvor infekcije, kao u operacijskoj sali (GIBBS i sur., 2006.). Sojevi MRSA povezani s ljudima i stokom mogu se naći u zaraženoj hrani (JONES i sur. 2002.), mesu (VAN LOO i sur. 2007.; DE BOER i sur. 2009.) i proizvodima od sirovog mlijeka (NORMANNO i sur., 2007.).

MRSA nije posebno otporan i može biti inaktiviran natrijevim hipokloritom, alkoholima i kvarternim amonijevim spojevima (SPICKLER, 2011.). MRSA, koji je u nastajanju povezan sa stokom, hitno zahtijeva više istraživanja za određivanje čimbenika rizika i puteva prijenosa (VANDERHAEGHEN i sur., 2010.).

Infekcije MRSA-om kod konja povezane su s ranama mekih tkiva, postoperativnim infekcijama i intravenskih mjesta katetera, infekcija kostiju, zglobova, maternice i kože. Neke su infekcije smrtonosne. Nalazi se u klinikama za konje obično na opremi koja je blizu nosa konja (oprema za hranjenje i napajanje, trzalice, itd.) (WEESE i VAN DUIJKEREN 2010.; WEESE 2004.).

Kolonizacija MRSA-om kod veterinarskog osoblja u klinikama za konje pokazuje više stope zaraze od generalnog stanovništva. Sada se smatra da MRSA može prijeći s konja na čovjeka i obrnuto kroz kontakt sa zaraženim ili koloniziranim pacijentima i kontaminiranom opremom (WEESE i sur., 2005.).

Postoji nekoliko izvješća koja pokazuju kliničke infekcije MRSA-om kod ljudi povezane s kontaktom s konjem (WEESE i sur. 2005., 2006.; VAN DUIJKEREN i sur. 2011.). Međutim, ovo može biti posljedica nedostatka potpune anamneze uzete od ljudskih pacijenata, nedovoljno prijavljivanje kao i mnoštvo drugih razloga. Bolest je u nastajanju dokumentirana u nekoliko zemalja. Prijava novog soja MRSA (SCHWABER i sur., 2013.) u konja i ljudi naglašava potrebu za stalnim marljivim nadzorom, obrazovanjem vlasnika konja i veterinarskog osoblja, rigoroznu biosigurnost u bolnicama i higijenske prakse na farmama. Mnogo više treba naučiti o MRSA-i kod konja i njegovoj važnosti za javno zdravlje.

### **2.1.9. Infekcije bakterijama roda *Mycobacterium***

Smatra se da su konji prirodno vrlo otporni na mikobakterijske infekcije. Tuberkuloza u konja je bolest koja je bila odavno poznata. Jedna od najranijih referenci je opis tuberkuloze ptica i konja u Engleskoj početkom prošlog stoljeća. Godine 1921. Wester je detaljno opisao kliničke znakove tuberkuloze uzrokovane pripadnicima *Mycobacterium tuberculosis complex* (MTC) kod 26 konja. Prvu recenziju sažimanja izolacije i karakterizacije mikobakterije kod konja u razdoblju od 1896. godine do 1942. godine napisali su Verge i Senthille (1942.). Više od 60 godina kasnije, ovaj pregled sažima znanja iz trenutno dostupne literature iz stajališta trenutno prihvaćene taksonomije mikobakterija (PAVLIK i sur., 2004.).

Tuberkulozne lezije u konja raznih pasmina otkrivene su na različitim kontinentima. Podaci dobiveni veterinarsko-higijenskim pregledima u klaonicama se uglavnom temelje na grubim nalazima tuberkuloznih lezija bez laboratorijskog pregleda.

U nekim slučajevima, mikobakterije su dokazane samo svjetlosnom mikroskopom na temelju detekcije bacila otpornih na kiselinu kod tuberkuloznih lezija nakon bojenja prema Ziehl-Neelsenu (Z-N), dok daljnje ispitivanje na hranjivim podlogama nije provedeno. Izolirane bakterije u mnogim drugim slučajevima identificirane su samo prema postojećim spoznajama za vrijeme njihove izolacije ili njihova identifikacija nije bila točna. Međutim, bilo je moguće dobiti mnogo vrijednih informacija o dijagnozi, znakovima bolesti i odnosima prema epidemiologiji (PAVLIK i sur., 2004.). Razlog tome očito je bila i visoka prirodna otpornost konja na mikobakterijske infekcije te rijetki nalazi tuberkuloznih lezija u preminulih konja čak i u razdoblju visoke prevalencije goveđe tuberkuloze u prve dvije trećine prošlog stoljeća u Europi (THOEN i STEELE, 1995.).

#### **2.1.10. Salmoneloza**

Salmoneloza je česta bolest životinja i ljudi rasprostranjena diljem svijeta. Bakterija *Salmonella enterica* subsp. *enterica* uzrokuje bolest u konja. Bakterije *S. Typhimurium*, *S. Javiana* i *S. Newport* često se nalaze u SAD-u. Svaki serovar izoliran iz životinja potencijalni je zoonotski uzročnik.

Konji mogu razviti mnoštvo simptoma poput teškog akutnog proljeva, septikemije, pobačaja i lokaliziranih infekcija. Mogu biti i inaparentni nositelji.

Infekcija bakterijom roda *Salmonella* kod odraslih konja tipično je povezana s enterokolitisom koji se manifestira proljevom i hipoproteinemijom (FEARY I HASSEL, 2006.). Atipične manifestacije salmoneloze mogu uključivati znakove poput želučanog refluksa i ileusa tankog crijeva bez proljeva (FEARY i HASSEL, 2006.). Konji mogu biti asimptomatski prijenosnici, čime šire salmonele u okoliš bez ikakvih kliničkih znakova bolesti (MERRITT i sur., 1982.). Konji s vrućicom, proljevom i neutropenijom ili s pretpostavljenom dijagnozom enteritisa ili kolitisa zahtijevaju provedbu biosigurnosnih protokola kako bi se smanjio rizik od bolničkih infekcija (BURGESS i sur., 2019.). Salmonele se najčešće izoliraju iz izmeta konja s kolikama, a potencijalni rizik od infekcije obično se pripisuje fekalnoj kontaminaciji koja se širi po objektu (BURGESS i sur., 2019.).

Izravni i neizravni kontakt sa zaraženim životinjama, njihovom opremom i okolišem dovodi u opasnosti od zaraze ljudi. Svaka životinja koja ima proljev trebala bi se rukovati s jednokratnim rukavicama i zaštitnom odjećom s posebnom pažnjom na higijenu ruku. Postoje protokoli za sprječavanje dodatnog izlaganja ljudi i životinja. Salmoneloza je bolest koja se prenosi nedovoljno kuhanim konjskim mesom (ESPIE i sur., 2005.).

#### **2.1.11. Q groznica**

Q groznica je vrlo zarazna zoonotska bolest koju uzrokuje *Coxiella burnetii*, obligatna intracelularna bakterija. Stoka je glavni izvor zaraze ljudi širom svijeta. Q groznica može zaraziti širok raspon domaćina uključujući ljubimce, divlje životinje, ptice, gmazove i krpelje. Budući da bolest može biti blaga i neotkrivena, Q groznica je nedovoljno dijagnosticirana i nedovoljno prijavljena na globalnoj razini, a stvarni teret bolesti je ne znan. Međutim, došlo je do velike epidemije s približno 4000 slučajeva kod ljudi u Nizozemskoj tijekom 2007.–2010. godine. Farme mliječnih koza u blizini gusto naseljenih mjesta područja bila su izvor izbijanja, a zaraza se širila putem vjetra (SCHIMMER i sur. 2009.).

Životinje koje nose ovaj organizam obično ne pokazuju nikakve znakove bolesti, ali pobačaji i mrtvorodenja mogu se dogoditi te se tada izbacuje velika količina bakterija u okoliš. Obje simptomatske i asimptomatske životinje izbacuju *C. burnetii* u velikim količinama tijekom poroda. Bakterije se mogu izlučiti izmetom, urinom i mlijekom. Organizmi opstaju u okolišu dulje vrijeme, vrlo su otporni na dezinficijense i mogu se širiti na velike udaljenosti vjetrom (SPICKLER, 2007.). Do infekcije ljudi obično dolazi udisanjem bakterija iz zraka koji je zaražen izmetom zaraženih životinja. Q groznica se također rijetko prenosi na ljude ugrizom krpelja i konzumiranjem nepasteriziranog mlijeka ili mliječnih proizvoda (CDC 2013.b). Najčešće se javljaju sporadični slučajevi kod osoba koje su profesionalno izložene kao što su radnici u biomedicinskim istraživačkim ustanovama, farmeri, veterinari i radnici u klaonici (CDC 2013.b). Mačke, psi, zečevi i druge vrste mogu širiti infekciju. Iako je Q groznica obično asimptomatska ili blaga, mali postotak ljudi razvije ozbiljnu bolest. Mogu se pojaviti upala pluća ili hepatitis. Akutni slučajevi i kronične infekcije mogu rezultirati endokarditisom ili nizom drugih bolesti (SPICKLER, 2007.).

Kod ljudi Q groznica se dijagnosticira serološki ili PCR-om. Dijagnoza kod životinja koje su pobacile uključuje analizu fetusa i placent. Q groznica se može spriječiti kod ljudi ograničavanjem izloženosti stoci tijekom porođaja, mjerama osobne higijene i nošenjem zaštitne opreme, korištenjem pasteriziranog mlijeka i mliječnih proizvoda. Kod životinja prevencija Q groznice temelji se na upravljanju stadom i sprječavanju kontakta s divljim životinjama i krpeljima. Izolacijom zaraženih gravidnih životinja i neškodljivim uklanjanjem placenti i plodnih tekućina može se smanjiti prijenos (SPICKLER, 2007.). Prevencija u ljudi i životinja može biti teška, jer se Q groznica može prenijeti aerosolom na velike udaljenosti. Djelotvorna cjepiva dostupna su u nekim zemljama.

## 2.2. Bolesti koje se ne prenose s čovjeka na čovjeka

### 2.2.1. Aktinobaciloza

Aktinobacilozu uzrokuje više vrsta gram-negativnih kokobacila iz roda *Actinobacillus*. Iako postoje više od 22 različite vrste bakterija u ovom rodu, samo pet (*A. pleuropneumoniae*, *A. suis*, *A. equuli*, *A. lignieresii* i *A. seminis*) redovito se povezuje s bolestima kod životinja (SMITH, 2019.).

Prirodno stanište organizama prvenstveno su gornji dišni putevi i usna šupljina. *A. lignieresii* je uzročnik aktinomikoze (drveni jezik) u goveda: sporadična, podmuklo razvijajuća granulomatozna infekcija. Sasvim drugačiji tijek bolesti izaziva *A. pleuropneumoniae* koja je odgovorna za brzo širenje često fatalne pneumonije, uobičajene među svinjama koje se intenzivno uzgajaju.

*A. equuli* na sličan način uzrokuje snažnu septikemiju u novorođenčadi (RYCROFT i GARSIDE, 2000.).

Među *Actinobacillus* vrstama u konja najčešće se izdvajaju *A. equuli* subsp. *equuli* ili *A. equuli* subsp. *hemolyticus*. Povremeno se izoliraju i *A. lignieresii* i *A. pleuropneumoniae* (LAYMAN i sur., 2014.).

Ovi organizmi su povezani s različitim kliničkim manifestacijama kod konja uključujući respiratorne infekcije, septikemiju, metritis, mastitis, artritis, endokarditis, meningitis ili mrtvorodenje (KUHNERT i sur., 2003.). *Actinobacillus equuli* subsp. *equuli* uzročnik je "bolesti pospane ždrebadi"; akutne teške septikemije kod neonatalne ždrebadi (HUANG i sur., 2015.). Zabilježeno je da je *Actinobacillus equuli* subsp. *haemolyticus* uzrokovao smrtonosno plućno krvarenje kod odraslog konja (PUSTERLA i sur., 2008.). Smatra se da se sistemska aktinobaciloza javlja uglavnom u neonatalne ždrebadi zbog neuspjeha prijenosa pasivnog imuniteta i vanjskih uvjeta tijekom poroda (STEWART i sur., 2002.). Odrasli konji rijetko su zaraženi vrstom *Actinobacillus* spp. osim ako nije prisutna neka druga bolest ili predisponirajući čimbenik (STERNBERG, 2001.).

Prirodni domaćin *A. equuli* je konj, a infekcije se viđaju i kod ždrebadi i kod odraslih konja. Bolest se u ždrebadi može manifestirati kao proljev, praćen meningitisom, upalom pluća, gnojnim nefritisom ili septičnim poliartritisom. Infekcija se može razviti preko kontaminiranog pupka ili udisanjem i gutanjem bakterija.

Učestalost infekcije ždrijebadi je smanjena s većom pažnjom na sanitarne uvjete tijekom poroda, a majčina protutijela u kolostrumu često su zaštitna. Pobačaji, septikemija, nefritis, peritonitis i endokarditis mogu biti posljedica infekcije *A. equuli* kod odraslih konja (SCHUMACHER i sur., 2015.).

*A. arthritidis* je novoopisana vrsta, koja je izolirana kod konja s artritisom i septikemijom.



Organizam može uzrokovati piogranulomatozne lezije u mekim tkivima povezanih s glavom, vratom, udovima, a povremeno i plućima, pleurom, vimenom i potkožnim tkivom. Organizam je dio normalne flore sluznice gornjeg gastrointestinalnog trakta i uzrokuje bolest kada dobije pristup susjednom mekom tkivu kroz prodorne rane. Uzrokuje lokalizirane infekcije i može se širiti limfnim putem na druga tkiva (RYCROFT i GARSIDE, 2000.).

Dijagnoza se može potvrditi bakterijskom kulturom, PCR-om ili ELISA-om uzoraka tkiva. Liječenje respiratornih bolesti uključuje upotrebu antibiotika, uključujući penicilin, tetraciklin, spektinomycin, cefalosporine ili fluorokinolone. Kod konja se infekcije *A. equuli* mogu liječiti kloramfenikolom, gentamicinom ili cefalosporinima treće generacije, ovisno o prirodi infekcije i sposobnosti postizanja terapijskih koncentracija na mjestu infekcije. Beta-laktamski antibiotici i sulfonamidi su se preporučali u prošlosti, ali je nedavno zabilježena široka rezistencija na oba antibiotika (SMITH, 2020.).

### 2.2.2. Bedrenica

Bedrenica je zoonoza uzrokovana bakterijom *Bacillus anthracis*, gram pozitivnom štapićastom, sporulirajućom bakterijom. Iako prvenstveno inficira biljojede, inficirati se mogu i drugi sisavci, uključujući ljude. Životinje mogu imati najmanje tri klinička oblika; perakutni, akutni i subakutni ili kronični. Konji gotovo uvijek razvijaju akutni oblik koji se manifestira oticanjem grla, groznicom, dispnejom, brzom pojavom septikemije, diseminiranom intravaskularnom koagulacijom i šokom. Krvarenja iz prirodnih otvora su uobičajena kod većine vrsta. Važnost za javno zdravstvo leži u njegovom zoonotskom potencijalu. Smrtnost u ljudi je izuzetno visoka bez brzog otkrivanja i liječenja (GAJARDO i sur., 2016.).

Spore bakterija vrlo su otporne na ekstremne temperature i mogu se nalaziti u tlu, zaraženim životinjama i zaraženim lešinama. Kod konja su gutanje, udisanje i prodiranje u kožu (moguće ugrizom muhe) primarni načini prijenosa. Nakon vremena inkubacije od tri do sedam dana, konji mogu pokazivati povišenu tjelesnu temperaturu, kolike, dispneju, edem ventralnog dijela vrata, prsnog koša i abdomena. Drugi nazivi za bedrenicu su antraks ili crni prišt. Antraks je obično smrtonosan. Mrtva životinja koja ima ne ugrušanu krv koja curi iz tjelesnih otvora, često snažno ukazuje na antraks. Koža i dlaka životinje mogu sadržavati spore antraksa. Potrebno je obavijestiti ovlaštene veterinare i veterinarske inspektore za pravilno zbrinjavanje lešine (DWYER, 2015.).

Antraks je korišten kao bioterorističko oružje i endemičan je u nekoliko zemalja. Ljudi su ugroženi preko kontakta s kožom ili udisanja spora zaraženih životinja i preko kontaminiranog tla sporama. Nedovoljno pečeno konjsko meso može izazvati bolest kod ljudi (DWYER, 2015.).

U ljudi se bolest javlja u tri glavna oblika: kožni, gastrointestinalni i inhalacijski antraks. Kožni antraks je najčešći. Gastrointestinalni oblik nastaje konzumacijom kontaminiranog mesa. Inhalacijski antraks nastaje udisanjem spora i najčešće je teški oblik (DECKER, 2003.).

Postoje različiti testovi za dijagnosticiranje bedrenice kod goveda. Obojeni bris periferne krvi obično se smatra primarnim testom kojim se utvrđuje prisutnost bacila u krvi. Potvrđuje se hemokulturom (identifikacija bakterijskih kolonija). Tehnike fluorescentnih protutijela također mogu biti od koristi za potvrdu infekcije (DRAGON i sur., 1999.). Trenutno se u goveda koriste dvije vrste cjepiva. Najčešće poznato cjepivo je živi atenuirani soj *B. anthracis* koji rezultira dugotrajnim imunitetom (26 mjeseci), ali postoji rizik od izazivanja bolesti. Drugo cjepivo je bez stanični filtrat kulture *B. anthracis*; nesposoban izazvati antraks, ali ima samo kratkotrajni imunitet (tri do šest mjeseci) (WHO 2013.a). Liječenje kod životinja i ljudi uglavnom je primjenom antibiotika. Kod životinja se koriste penicilin, streptomycin i oksitetraciklin. Serum se može koristiti kod životinja tijekom ranih stadija bolesti. Liječenje ljudi je penicilinom i drugim antibioticima (DRAGON i sur., 1999.; CDC 2003.). Kontrolne mjere su širokog spektra i uključuju primjenu cijepljenja, primjenu metode zbrinjavanja lešina i dekontaminaciju, karantenu i ograničenje kretanja.

### 2.2.3. Botulizam

Botulizam je teška, neuroparalitička bolest koja pogađa ljude i mnoge druge životinjske vrste (LE MARÉCHAL i sur., 2016.). Uzročnik je *Clostridium botulinum*, koji je klasificiran u tipove od A do H prema toksinima s istim imenima (A do H). Ovi neurotoksini botulina (BoNT) djeluju na neuromuskularni spoj, blokirajući oslobađanje acetilkolina posljedično dovodeći do paralize. Tipovi B, C i D i njihove varijante su vrste koje su najčešće uključene u botulizam konja diljem svijeta, iako su prijavljeni i slučajevi uzrokovani BoNT tipom A i B (OSTROWSKI i sur., 2012.).

Iako je *C. botulinum* normalan stanovnik crijevnog trakta mnogih zdravih životinja, ovaj organizam se rijetko nalazi u gastrointestinalnom sadržaju zdravih konja (LE MARÉCHAL i sur., 2016.). Peroralna infekcija prethodno formiranim BoNT-om najčešći je oblik botulizma kod konja. Krma koja sadrži BoNT ili nepropisno konzervirana krma najčešći je izvor zaraze (PEEK i SEMRAD, 2002.). Neki serotipovi prevladavaju u određenim zemljopisnim područjima.

Botulizam konja javlja se u tri oblika, od kojih je najčešći peroralni (gutanje prethodno formiranog toksina prisutnog u mrtvim životinjama, raspadnutim organskim tvarima, hrani i vodi). Drugi najrašireniji oblik je toksoinfektivni oblik, koji se javlja kada se organizam umnožava u crijevima i proizvodi toksin. Kod konja se smatra da se to događa kod ždrijebadi. Botulizam rana je treći, ali rijedak oblik botulizma, koji nastaje kao posljedica infekcije rane u kojoj lokalno anaerobno okruženje pogoduje razmnožavanju bakterija i proizvodnji toksina. Primjer za to je takozvani „shaker

foal” sindrom. Ostale vanjske rane također mogu dovesti do botulizma povezanog s ranom kod starijih konja (LE MARÉCHAL i sur., 2016.). Klinički znakovi životinjskog botulizma često su snažno indikativni, ali ne specifični. Botulizam kod većine vrsta sisavaca, uključujući konje, karakterizira progresivna, simetrična i mlitava paraliza, koja često počinje na stražnjim nogama sa slabosti, drhtanjem mišića, posrtanjem i ležanjem; obično je kobna. Slabost napreduje od stražnjih do prednjih nogu, glave i vrata. Bolest je od perakutnog do kroničnog tijeka. Neki se slučajevi mogu manifestirati kao iznenadna smrt. Klinički znakovi se javljaju od 18 h do 17 dana nakon izlaganja. Kod odraslih konja prvi znak botulizma može biti blaga abdominalna nelagoda, obično praćena slabošću mišića te disfagija. Botulizam kod konja je karakteriziran smanjenom pokretljivošću repa, očnih kapaka i jezika. To može dovesti do nemogućnosti povlačenja jezika u usta i teškog disanja. Konji leže i teško ustaju i dižu glavu. Midrijaza je također česta, osobito kod botulizma tipa C. Konji s botulizmom tipa A ili B mogu imati bolje izraženu disfagiju nego u tipu C. U sindromu tresecg ždrebeta početni znakovi su duga razdoblja ležanja i drhtanje mišića. Letargija i slabost se povećavaju kako bolest napreduje i javljaju se respiratorne poteškoće. Ostali znakovi su vrlo slični kao kod odraslih, ali se razvijaju sporije (KINDE i sur., 1991.).

Dijagnoza botulizma konja prvo se temelji na kliničkim znakovima koji nisu specifični, zajedno s laboratorijskom potvrdom. Konačna potvrda dijagnoze botulizma zahtijeva detekciju i identifikaciju neurotoksina. Detekcija BoNT može se provesti na uzorcima hrane i/ili u tkivima ili tekućinama životinja. Zlatni standard još uvijek je biološki test na miševima (MBA). Konji mogu biti osjetljiviji na BoNT od miševa i to može smanjiti osjetljivost MBA. Nedostatak MBA je nemogućnost razlikovanja vrsta i cjepiva. Postoji djelomična križna reaktivnost antitoksina tipa C ili D pri dijagnosticanju. Razvijene su različite tehnike za otkrivanje BoNT-a, uključujući ELISA-e, enzimskih metoda i staničnog testa (LONATI i sur., 2020.).

#### **2.2.4. Bruceloza**

Bruceloza je zoonoza koja pogađa nekoliko domaćih, divljih, ali i morskih sisavaca. Iako u konja ne postoji vrsno specifična brucela, *B. abortus* i *B. suis* mogu prirodno zaraziti konje, a eksperimentalna infekcija *B. canis* također je prijavljena u kopitara. Organizam ima afinitet prema zglobovima, ligamentima i tetivama kod konja i uzrokuje upalna stanja koja dovode do stvaranja fistula. Može uzrokovati pobačaj, infekciju spolnih organa i neplodnost. Bolest je prisutna u većini zemalja svijeta. Najčešća abnormalnost povezana s brucelozom u konja je gnojna upala vezivnog tkiva grebena. Obično se naziva fistulozni greben ili *poll evil* (NICOLETTI, 2010.). Fistulozni greben počinje lokaliziranom upalom i oticanjem duž grebena te se kasnije razvija apsces i fistula. Infekcije burze, kostiju i zglobova također se javljaju, kao i pobačaji (OCHOLI i sur., 2004.).

Dijagnoza bruceloze uglavnom se vrši serološkim metodama, iako je izolacija organizma zlatni standard. Bakterije se izoliraju iz krvi, sjemena ili mlijeka zaraženog konja ili hematološkim testovima koji otkrivaju antitijela na bakterije. Antibiotici su uobičajeno liječenje, iako je eliminaciju infekcije teško postići. Malo je vjerojatno da su zaraženi konji izvor bolesti za druge konje, druge životinje ili ljude. Prevencija i kontrola bruceloze od iznimne je važnosti kako bi se zaustavilo širenje organizma na druge životinje i ljude. Trauma je glavni razlog predispozicije za fistulozni greben, stoga će pravilno postavljanje sedla pomoći u prevenciji bolesti. Odvojeni smještaj i hranjenje konja mogu spriječiti širenje bolesti s goveda (KARTHIK, 2016.).

### **2.2.5. Dermatofiloza**

Dermatofiloza (kožna streptotrihoza) je eksudativna, akutna ili kronična zarazna bolest kože koju uzrokuje bakterija *Dermatophilus congolensis*. Bolest pogađa mnoge životinjske vrste: konje, goveda, ovce i koze. Sporadično je zabilježena kod mačaka i pasa kao i kod ljudi. Zarazi pogoduje bilo koja vrsta mehaničke iritacije ili traume kože i visoka vlažnost okoliša. Člankonošci (krpelji) doprinose prijenosu bolesti. Bolest se u težim kliničkim oblicima javlja prvenstveno u zemljama tople klime i predstavlja veliki problem. Zabilježeni su brojni slučajevi dermatofiloze u Zimbabveu, Tanzaniji, Etiopiji, Zairu te u Australiji (CHATIBOBO i sur., 2004.). Slučajevi prijavljeni kod konja zabilježeni su u SAD-u, Novom Zelandu, Izraelu i drugim mjestima. Bolest se javlja sezonski tijekom razdoblja visoke vlažnosti koja izaziva pretjeranu pokretljivost zoospora. Nakon prodiranja u donje slojeve epiderme (bazalna membrana), zoospore formiraju fragmentirane filamente. Dok prodiru u dermis izazivaju upalnu reakciju. Kod konja postoje dva klinička oblika; zimski i ljetni oblik. Zimski oblik karakterizira teži tijek. Klinički simptomi uključuju stvaranje krasta i neuređenost, razbarušenost dlake zbog prisutnog gnojnog eksudata na površini kože. Nakon uklanjanja krasta, erozije odnosno ulceracije ponekad krvare i postaje vidljiv gnojni eksudat. U ljetnom obliku, lezije su manje ozbiljne. Kraste prisutne na koži površine su jedan do dva milimetra u promjeru, a dlaka je prorijeđena. Često se nalazi na distalnim dijelovima nogu. Ponekad samo ova područja mogu biti zahvaćena, osobito kod životinja koje se drže u lošim vanjskim uvjetima (SZCZEPABIK i sur., 2006.).

### **2.2.6. Klamidioza**

Bakterija *Chlamydia psittaci*, obvezni je intracelularni patogen sa širokim rasponom domaćina. Ptice su glavni rezervoar za ovu bolest koja se obično naziva psitakoza (KNITTLER i SACHSE, 2015.). Patogeni značaj *C. psittaci* povezan je s njezinom ulogom globalno rasprostranjenog zoonotskog

patogena (BRANLEY i sur., 2016.). Inhalacija je glavni način ulaska patogena s težinom bolesti u rasponu od subkliničke infekcije, blage respiratorne bolesti do po život opasne upale pluća i sistemske psitakoze. Iako postoje rijetka izvješća o prijenosu *C. psittaci* (WALLENSTEN i sur., 2014.) s čovjeka na čovjeka, čini se da je kontakt sa zaraženim pticama (VANROMPAY i sur., 2007.) ili supstratima kontaminiranim ptičjim izlučevinama (TELFER i sur., 2005.) glavni put izlaganja i potencijalnog prijenosa. Poznato je da elementarna tijela *C. psittaci* ostaju u tlu i vodi nakon izbacivanja iz zaraženih ptica (HULIN i sur., 2015.). Aerosolizacija zaraznih čestica iz tla povezana je s izbijanjem bolesti kod ljudi (TELFER i sur., 2005.).

Infekcije *C. psittaci* kod drugih vrsta sisavaca manje su istražene, a stope prevalencije su potencijalno podcijenjene. *C. psittaci* otkrivena je u pasa, mačaka, svinja, goveda, bivola, koza, ovaca i konja (LONGBOTTOM i COULTER, 2003.) u vezi s respiratornim, crijevnim i artritičnim bolestima, kao i reproduktivnim gubitkom. Značaj *C. psittaci* u ovim bolestima često je bio nejasan zbog koinfekcije s različitim infektivnim uzročnicima, uključujući druge bakterije *Chlamydia* spp. (VAN LOO i sur., 2014.). *C. pneumoniae* kao i *C. abortus* (koinfekcija s *C. psittaci*) (THEEGARTEN i sur., 2008.) prijavljene su kod respiratornih infekcija i kod bolesnih i kod zdravih konja, dok je DNA *C. abortus* (kod infekcije s *C. suis* i *C. psittaci*) otkriven u uzorcima placente konja (SZEREDI i sur., 2005.).

Najjači dokaz za potencijal *C. psittaci* da izazove infekciju i bolest kod sisavaca koji nisu ljudi nedavno se ponovno pojavio kod konja (POLKINGHORNE i GREUB, 2017.). *C. psittaci* je prethodno identificirana kao najvjerojatniji uzrok reproduktivnog gubitka u ~14% konja u mađarskoj studiji koja je koristila kombinaciju imunohistokemijskih i PCR strategija detekcije (SZEREDI i sur., 2005.), a također je izolirana iz slučaja pobačaja kod konja u Njemačkoj (HENNING i sur., 2000.). U Australiji su slučajevi reproduktivnog gubitka konja nedavno dospjeli u središte pozornosti zbog dokumentiranog zoonotskog prijenosa *C. psittaci* s placentnih membrana konja na ljude, što je rezultiralo u pet slučajeva psitakoze, prethodno neprepoznatog puta prijenosa ove bakterije (JELOCNIK i sur., 2016.).

### **2.2.7. Listerioza**

Bakterija *Listeria monocytogenes* je gram-pozitivni kokobacil. Postoji najmanje 16 serotipova s brojnim podtipovima *L. monocytogenes*. *Listeria ivanovii* može povremeno izazvati pobačaj kod malih preživača, no ova bakterija je povezana s ljudskim bolestima (SMITH i SHERMAN, 2009.). Nekoliko životinja, uključujući male preživače, može biti zaraženo bakterijom *L. monocytogenes*. Prirodni rezervoar je gastrointestinalni trakt sisavaca. Sistemska infekcija *L. monocytogenes* je ozbiljna, ali obično sporadična bolest koja prvenstveno pogađa trudnice, novorođenčad i imunokompromitirane osobe (CORK i CHECKLEY, 2011.). Infekcije se mogu uspješno liječiti

antibioticima, ali 20-40% slučajeva kod ljudi je smrtonosno (MCLAUCHLIN i VAN DER MEE-MARQUET 1998.). Infektivna doza bakterije *L. monocytogenes* nije poznata. Razdoblje inkubacije od infekcije hranom uvelike varira od tri do 70 dana, sa srednjim razdobljem inkubacije oko tri tjedna. Epidemije listerioze obično se šire fekalno-oralnim putem, što dovodi do samoograničavajućeg gastroenteritisa kod zdravih osoba. Kožne infekcije također su primijećene kod ljudi koji su pomagali tijekom poroda listerijom zaraženih životinja. Tijekom trudnoće infekcija se širi na fetus.

Listerioza se obično manifestira kao meningitis, encefalitis ili septikemija kod starijih osoba i osoba s oslabljenim imunitetom (CORK, 2011.). Infekcija se može liječiti antibioticima. Lijek izbora je visoka doza penicilina. Životinjama je potrebna potporna terapija uključujući tekućine i elektrolite (SCOTT, 2007.). U slučaju izbivanja, zaražene životinje treba odvojiti. Kod preživača hranjenih silažom, listerioza je uglavnom zimsko-proljetna bolest i obično se javlja kod životinja hranjenih s loše konzerviranom silažom. Epidemije se mogu pojaviti unutar deset dana prehrane zaraženom silažom. Prijenos sa životinje na životinju može se dogoditi fekalno-oralnim putem. Razvijeno je živo atenuirano cjepivo za upotrebu kod ovaca, ali rezultati terenskih ispitivanja cijepljenja su dvosmisleni (SCOTT, 2007.). Nova cjepiva se čine obećavajućima u razvoju zaštitnog imunološkog odgovora protiv bakterije *L. monocytogenes* (MOHAMED i sur., 2012.). Kako bi se izbjegla infekcija ljudi, higijena tijekom pripreme i skladištenja hrane kao i izbjegavanje nepasteriziranih mliječnih proizvoda preventivne su mjere. Bakterija *L. monocytogenes* može preživjeti u tlu ili silaži više od dvije godine. Nalazi se i u izlučevinama naizgled zdravih životinja. Mjere kontrole su usmjerene na izbjegavanje kontaminirane hrane, osobito zato što se bakterije nastavljaju razvijati tijekom hlađenja. Trudnice i osobe oslabljenog imuniteta imaju povećani rizik za razvoj listerioze (MCLAUCHLIN i VAN DER MEE-MARQUET, 1998.).

### 2.2.8. Maleus

Maleus ili sakagija je bakterijska bolest konja, magaraca i mazgi koju uzrokuje *Burkholderia mallei* (DVORAK i SPICKLER, 2008.). Iskorijenjena je u većini zemalja, no slučajevi zaraze konja dokumentirani su u područjima Azije, Afrike i Južne Amerike. Smatra se endemičnom u nekim zemljama Bliskog istoka.

Asimptomatske životinje ili životinje rezervoari potencijalni su izvor infekcije za zdravu populaciju konja i igraju ključnu ulogu u širenju uzročnika infekcije. Sakagija može uzrokovati akutnu, kroničnu ili latentnu bolest. Prijenos *B. mallei* odvija se uglavnom izravnim kontaktom, a konji su prirodni rezervoari (CÁRDENAS i sur., 2019.). Karakterizirana je ulcerirajućim nodularnim lezijama kože i sluznice koji stvaraju gnojno žućkasti eksudat. Gusti, žuti iscjedak iz nosa (ponekad krvav) je očigledan simptom. Obliznji limfni čvorovi mogu se povećati i puknuti. Generalizirani simptomi

uključuju vrućicu, malaksalost, depresiju, kašalj, anoreksiju i gubitak težine. *Burkholderia mallei* može inficirati svog domaćina kroz sluznicu, gastrointestinalni trakt i kožu. Mehanizmi virulencije i patogeneza još nisu u potpunosti razjašnjeni. Veliki problem pri korištenju seroloških testova za dijagnosticiranje sakagije je pojava lažno pozitivnih i lažno negativnih rezultata koji dovode do poteškoća u međunarodnoj trgovini kopitarima i širenja sakagije u područja bez bolesti. Lažno negativni testovi rezultiraju lošom kontrolom bolesti. Kombinirana uporaba seroloških i molekularnih metoda detekcije povećava stopu detekcije sakagije. Protumjere uključuju rano otkrivanje bolesti kod prijemljivih životinja, stroge karantenske mjere, testiranje i sigurno uništavanje zaraženih lešina, odgovarajuću naknadu vlasnicima životinja, dezinfekciju prostorija i podizanje svijesti o sakagiji i implikacijama zoonoza putem veterinarskih savjetodavnih službi (KHAN i sur., 2013.).

Ljudi se mogu zaraziti udisanjem, gutanjem, kroz ogrebotine ili posjekotine kože te preko sluznica. Povećan rizik postoji kod timaritelja konja, veterinaru, radnika u klaonici i mesara. Ljudska infekcija se ipak može liječiti antibioticima. Bez odgovarajućeg liječenja, sakagija može imati stopu smrtnosti od 95%. Bakterija *Burkholderia mallei* se smatra potencijalnim bioterorističkim agensom. Korištena je kao oružje protiv konja i ljudi u Prvom i Drugom svjetskom ratu. Trenutno ne postoji cjepivo ni za ljude ni za životinje (WHITLOCK i sur., 2007.).

### **2.2.9. Infekcija bakterijom *Rhodococcus equi***

Organizam je prije bio poznat kao *Corynebacterium equi* i *Mycobacterium equi* (FINNERTY, 1992.; SHINJI TAKAI, 1997.). *Rhodococcus equi* je sveprisutna, fakultativna, intracelularna, nepokretna, kokobacilarna gram-pozitivna bakterija koja je sposobna inficirati makrofage ometanjem fagolizosomske fuzije, a ima i zoonotski potencijal (PASSAMONTI i sur., 2011.). *R. equi* može izgledati kao kokoid ili štapić ovisno o okruženju rasta i fazi životnog ciklusa (HINES, 2014.).

Bolest je prilično sporadične prirode kod domaćina koji nisu konji, poput mačaka, pasa, koza, goveda, majmuna i divljih svinja te je do sada zabilježeno vrlo malo slučajeva, ali može biti endemske ili epidemijske prirode kod konja. Općenito se smatra da je incidencija bolesti 10 - 20% u ždrebadi od rođenja do odbića, iako je u nekim studijama nađena i veća kumulativna incidencija (COHEN, 2014.). Pneumonija povezana s *R. equi* obično je ograničena na mlađe životinje kod kopitara i obično se javlja u dobi od jedan do šest mjeseci (GARY MUSCATELLO, 2012.a). Konji stariji od jedne godine rijetko su pogođeni ovom infekcijom, ali ako postoji bilo kakav izvještaj, većinu vremena prati imunodeficijenciju (COHEN, 2014.). Prethodno objavljena sveobuhvatna studija na desetogodišnjem konju s dijagnozom pleuropneumonije povezane s *R. equi*, sugerira da se možda ova vrsta infekcije zanemaruje kod odraslih konja i također negira faktor imunodeficijencije, jer nije dokazan u ovom konkretnom slučaju (VENGUST i sur., 2002.). *R. equi* se smatra novim patogenom koji uzrokuje

bolest kod imunokompromitiranih pacijenata kao što su HIV, pacijenti s transplantiranim bubregom i AIDS-om, iako se imunokompetentni ljudi također zaraze u rijetkim slučajevima (KHURANA, 2015.).

Prijavljeno je da je oko 50 - 95% tla farme konja koncentrirano s *R. equi* (YAMSHCHIKOV i sur., 2010.). Kumulativna incidencija *R. equi* pneumonije ne ovisi o koncentraciji virulentnog soja u tlu, ali koncentracije u zraku su u pozitivnoj korelaciji s bolešću (GARY MUSCATELLO i sur., 2006.). Izloženost novorođenčeta virulentnom soju i daljnje ranjavanje i liječenje smatralo se glavnim čimbenikom rizika za razvoj bolesti. Ona ždrijebad rođena u štali koja je bila izložena virulentnom soju bila je sklonija bolestima u usporedbi sa ždrijebadi rođenom na pašnjacima (COHEN i sur., 2005.).

Budući da je glavni put prijenosa infekcije udisanje i gutanje, a načelna patogenost kod konja, pluća i crijeva opisani su kao predilekcijska mjesta kod ždrebadi manifestirajući piogranulomatoznu bronhopneumoniju odnosno ulcerozni enterotiflokolitis (GARY MUSCATELLO, 2012.a). Izvanplućni poremećaji poput ulceroznog limfangitisa, piogranulomatozne limfadenopatije, piogranulomatoznog hepatitisa, peritonitisa, perikarditisa, granulomatoznog meningitisa, potkožnog apscesa, imunološki posredovanog polisinovitisa, hemolitičke anemije, osteomijelitisa i artritisa također su prijavljeni u ždrebadi (REUSS i sur, 2009.). U nedavnom pregledu *R. equi*, Khurana (2015.) je dokumentirao upalu pluća kao najčešću manifestaciju kod ljudi. Iako, izvanplućnih poremećaja poput vrućice, proljeva, apscesa mozga (CORNE i sur., 2002.), moždanih ovojnica, peritoneuma i štitnjače, limfadenitisa, perikarditisa, polisinovitisa, osteoartritisa, osteomijelitisa, polipa debelog crijeva (TALANIN i sur., 1998.), plućnih masa (SPECK i sur., 2008.), granulomatoznih mastitisa (NATH i sur., 2013.) i endoftalmitisa (EBERSOLE i PATURZO, 1988.) također ima posebno u imunokompromitiranih ljudskih pacijenata. Najveća stopa smrtnosti zabilježena je među pacijentima s HIV-om, srednja stopa među pacijentima koji nisu imunokompromitirani s HIV-om, a najniža stopa zabilježena je među imunokompetentnim pacijentima (KEDLAYA i sur., 2001.). Ukupna stopa smrtnosti bila je 25% kod pacijenata zaraženih bakterijom *R. equi*. U dijagnozi bolesti mogu se koristiti brojni testovi poput kompletne krvne slike, biokemijskih testova poput fibrinogena, rendgena i seroloških testova poput ELISA-e.

#### **2.2.10. Ždrebećak**

Ždrebećak je vrlo zarazna respiratorna bolest konja, magaraca i mazgi uzrokovana bakterijom *Streptococcus equi* subsp. *equi* (*S. equi*). To je jedna od najraširenijih zaraznih bolesti konja u cijelom svijetu. Morbiditet može biti visok, ali mortalitet je obično nizak (MALLICOTE, 2015.). Klasična bolest se manifestira kao infekcija gornjih dišnih putova koju karakterizira povišena



temperatura, kašalj, obilan mukopurulentni iscjedak iz nosa, povećanje limfnih čvorova koji se dreniraju u gornji dišni trakt te apscesi limfnih čvorova (YELLE, 1987.). Rijetko, ovo povećanje limfnih čvorova može uzrokovati inspiratorni stridor i dispneju i to je kliničko obilježje koje je dalo ime bolesti (engl. strangles). Liječenje ovisi o stadiju i težini bolesti (TAYLOR i WILSON, 2006.). *S. equi* je obvezni konjski patogen koji preživljava samo kratka razdoblja u okolišu (WEESE i sur., 2009.). Prijenos se događa oralnim i nazalnim putovima izravno i neizravno kontaktom s kontaminiranim površinama (SWEENEY i sur., 2005.). Subklinički nosioci koji povremeno izlučuju bakterije mogu djelovati kao izvori infekcije za životinje do nekoliko mjeseci ili čak godina (NEWTON i sur., 2000.). Standardno mjesto produljenog nošenja bakterije *S. equi* kod ovih konja su zračni mjehuri (SWEENEY i sur., 2005.). Prepoznavanje i otkrivanje kliconoštva nužno je za uspješnu eliminaciju bolesti s farme (WALLER i sur., 2011.). Novi qPCR i iELISA dijagnostički testovi zamijenili su metodologiju kulture kao zlatni standard za otkrivanje zaraženih životinja (WALLER, 2013.). U budućnosti će sposobnost korištenja modernih cjepiva uz konvencionalnu biosigurnost i postupke probira biti ključna za prevenciju ždrebećaka velikih razmjera (WALLER, 2013.).

Akutnu infekciju treba odmah identificirati i riješiti standardnim biosigurnosnim mjerama. Međutim, dio oporavljenih konja ne uspijeva drenirati gnoj iz svojih zračnih vrećica nakon puknuća apscesa formiranih u susjednim retrofaringealnim limfnim čvorovima. Tijekom određenog vremena ovaj gnoj stvara hondroide, omogućujući bakteriji *S. equi* da opstane i do nekoliko godina (NEWTON i sur., 2000.). Globalni uspjeh bakterije *S. equi* vjerojatno je proizašao iz njezine sposobnosti da brzo proliferira u tkivu krajnika i limfnih čvorova, što kasnije dovodi do apscesa koji se drenira u zračne vrećice gdje infekcija perzistira. Vjeruje se da je bakterija *S. equi* evoluirala iz soja predaka podvrste *S. equi* subsp. *zooepidemicus* (*S. zooepidemicus*) (JORM i sur., 1994.; WEBB i sur., 2008.), što je povezano sa širokim spektrom bolesti kod konja i drugih životinja uključujući i ljude. Oba ova organizma dijele preko 80% identičnosti DNK sekvence s važnim humanim uzročnikom *Streptococcus pyogenes*. Bakterija *S. equi* ima posebno mnogo zajedničkih atributa s bakterijom *S. pyogenes*; oba su patogena, dijele gotovo identične površinske proteine; fosfolipazu A2 i superantigene (sAgs), te su stekli gene koji kodiraju toksine kao teret na srodnom profagu, sugerirajući da dijele zajednički skup faga koji omogućuje prijenos gena između vrsta (HOLDEN i sur., 2009.). Oba patogena uzrokuju bolesti koje dijele sličnosti (ždrebećak kod konja i upala grla kod ljudi), te tako proučavanje *S. equi* može baciti novo svjetlo na infekcije *S. pyogenes* u ljudi.

## 2.3. Bolesti koje se prenose vektorima

### 2.3.1. Anaplazmoza

Granulocitna anaplazmoza je transmisivna, multisistemska bolest ljudi i životinja povezana s trombocitopenijom (GRIBBLE, 1969., CHEN i sur., 1994.). Bolest se javlja tijekom proljeća i jeseni; sezone aktivnosti krpelja (MADIGAN i GRIBBLE, 1987., BOWN i sur., 2003.), a njen uzročnik je rikecija *Anaplasma phagocytophilum*. Anaplasma je mala, gram-negativna bakterija, sferoidnog ili pleomorfnog oblika, prisutna unutar granulocita zaraženog organizma (RIKIHISA, 1991., BJÖERSDORFF i sur., 2002.).

Klasificira se kao rod *Anaplasma* koji pripada redu *Rickettsiales*. Red *Rickettsiales* nastao je spajanjem dviju obitelji bakterija: *Anaplasmataceae* i *Rickettsiaceae*. Na temelju molekularnih studija *A. phagocytophilum* uključuje patogene koji su se prije smatrali zasebnim vrstama: *Ehrlichia phagocytophila*, *Ehrlichia equi* i uzročnik humane granulocitne erlihioze – uzročnik HGE (DUMLER i sur., 1995., DUMLER i sur., 2001.).

Tijek granulocitne anaplazmoze konja može biti subklinički ili akutan. Razdoblje inkubacije akutnog oblika anaplazmoze je otprilike deset dana (GRIBBLE, 1969.). U početku su simptomi netipični, razvija se apatija, slabost i povišena tjelesna temperatura. Zatim se javlja ukočen hod, bolni edemi zglobova i potkožnog tkiva upalnog karaktera, a ponekad i hromost (ADASZEK i sur., 2009., SILAGHI i sur., 2011.). Edemi potkožnog tkiva mogu postojati i dva tjedna nakon potpune regresije ostalih simptoma (MADIGAN i GRIBBLE, 1987.) ili nestati neposredno nakon antibiotske terapije (PUSTERLA i sur., 1998.).

Budući da je *A. phagocytophilum* intracelularni patogen, nema mnogo kemoterapeutika koji su učinkoviti u borbi protiv ove infekcije. Najučinkovitija skupina antibiotika u terapiji anaplazmoze su tetraciklini. Lijek izbora je oksitetraciklin, čiji se mehanizam sastoji u blokiranju sinteze proteina kroz vezivanje s podjedinicama 30S bakterijskih ribosoma (MADIGAN, 1995., MAURIN i sur., 2003.).

### 2.3.2. Bartoneloza

*Bartonella* spp. su hemotropne, gram negativne bakterije. Većinu ljudskih infekcija uzrokuju bakterije *Bartonella henselae*, *Bartonella quintana* i *Bartonella bacilliformis*. Kliničke manifestacije bartoneloze variraju od blage i samoograničene do po život opasne bolesti, koje se moraju liječiti odgovarajućim antimikrobnim lijekovima. Ozbiljnost bartoneloze korelira sa statusom imunološkog sustava čovjeka. Klinička slika bolesti uključuje regionalnu limfadenopatiju, bakteriemiju, groznicu

nepoznatog porijekla, endokarditis, bacilarnu angiomatozu i peliosis hepatis (MAVROULI i sur., 2016.). Kod ljudi, najčešće poznati oblik infekcije *Bartonella* spp. je bolest mačjeg ogreba (uzrokovana *Bartonella henselae*). Kao što naziv govori, ova infekcija se prenosi kada mačka koja nosi *B. henselae* ogrebe osobu (SPACH i KOEHLER, 1998.).

Infekcija obično počinje osipom praćenim simptomima kao što su slaba temperatura, glavobolja, grlobolja i konjuktivitis. Ovi simptomi obično nisu opasni po život i često prolaze bez liječenja. Druge uobičajene infekcije bakterijama *Bartonella* spp. kod ljudi uključuju rovovsku groznicu, carrion bolest i bacilarnu angiomatozu. Ova bakterija može utjecati na svakoga, ali kliničke infekcije u ljudi najčešće se nalaze u imunosupresivnih pacijenata s HIV-AIDS-om (JOHNSON i sur., 2009.).

Znanstvenici smatraju da bi bartoneloza mogla biti često pogrešno dijagnosticirana ili ne dijagnosticirana bolest kod konja. Ova bakterijska infekcija može uzrokovati širok raspon simptoma i pridonijeti kroničnim zdravstvenim problemima. Može dovesti do upale i pogoršanja drugih stanja, kao što su artritis, respiratorni problemi i vaskularni problemi (BISHOP i sur., 2017.).

Talijanska studija je otkrila da je više od polovice asimptomatskih kopitara (77 konja i 15 magaraca) u njihovoj studijskoj skupini bilo pozitivno na protutijela *Bartonella* spp. To ukazuje na raširenu izloženost bakterijama, iako sve infekcije ne izazivaju simptome. Istraživači iz ove studije preporučuju da se konji i magarci s bolestima poput vaskulitisa, artropatije, hepatitisa, limfadenopatije i reproduktivnih poremećaja pregledavaju na bartonelozu (MAGNI i sur., 2017.).

Prvi slučajevi infekcije *Bartonella* spp. kod konja prijavljeni su u studiji iz 2008. godine koja je ispitala dva konja u Sjevernoj Karolini. Konji su imali različite simptome, ali testiranje je potvrdilo prisutnost bartonele (JONES i sur., 2008.).

Vjeruje se da se bartoneloza na konje prenosi ugrizom insekata kao što su muhe, komarci, buhe i možda krpelji. Učestalost zaraze veća je u toplijim dijelovima svijeta koji su gostoljubiviji za ove kukce. Bartoneloza se može prenijeti na konje kroz ugrize, rane ili ogrebotine kontaminirane izmetom člankonožaca ili eventualno ubodom igle (JONES i sur., 2008.). Studije sugeriraju da se ova bakterija može prenijeti s kobile na ždrijebe (CHERRY i sur., 2012.). Novi dokazi sugeriraju da *B. henselae* može istodobno zaraziti ljude i životinje drugim vektorskim bolestima, uključujući bakteriju *Borrelia burgdorferi* koja je uzročnik lajmske bolesti (XIAO i sur., 2021.). Bakterije *Bartonella* spp. su vrlo prilagodljive i jedinstvene jer utječu na krvne i limfne žile sisavaca.

Nakon što se bakterije *Bartonella* spp. prenesu, ulaze u krvotok, cirkuliraju kroz najmanje krvne žile i zadržavaju se u mikrokapilarama unutar različitih tkiva u cijelom tijelu. Istraživači su pronašli vezu između infekcije *B. henselae* i upalne vaskularne bolesti. Međutim, mogu se pojaviti različiti simptomi ovisno o vrsti zaraze *Bartonella* spp. i stanju imunološkog sustava životinje ili osobe (XIAO i sur., 2021.).

Ako konj ima već postojeće stanje kao što je artritis, bakterije će iskoristiti upalni proces koji je već u tijeku i uzrokovati infekciju u zglobovima. Što je imunološki sustav životinje slabiji ili ugroženiji, veća je vjerojatnost da će se razviti kronično stanje bartoneloze.

*Bartonella* spp. uzrokuje kaskadu citokina u tijelu konja. Citokini su male molekule koje oslobađaju stanice imunološkog sustava. Te su molekule važne za komunikaciju između stanica. Upravo ti citokini uzrokuju mnoge simptome koje konj doživljava kada je bolestan. Mnogi od ovih simptoma javljaju se na kroničnoj osnovi. Konji koji se liječe od kroničnih bolesti mogu imati osnovnu infekciju *Bartonella* spp. (RESTO-RUIZ i sur., 2003.).

Istraživači vjeruju da bartoneloza može pogoršati postojeće stanje, osobito kod imunokompromitiranih životinja. Na primjer, otkrivanje *B. henselae* kod konja povezano je s *purpura hemorrhagica* — oticanjem krvnih žila koje se obično javlja nakon infekcije.

*B. henselae* se povezuje i s artropatijom (JOHNSON i sur., 2009.).

Nažalost, infekciju može biti teško prepoznati i dijagnosticirati kod konja. Za razliku od drugih bakterija, *Bartonella* spp. je imunološki invazivna i može zaraziti konja na iznimno niskim razinama detekcije.

Budući da se malo zna o tome kako ova bolest utječe na konje, mnogi veterinari je možda neće uzeti u obzir ili znati kako je testirati. Međutim, PCR i serološki testovi dostupni su za testiranje na prošlu ili sadašnju infekciju. Međutim, PCR testovi još uvijek možda neće moći otkriti niske razine bakterija (BISHOP i sur., 2017.).

Uzimanje i testiranje uzoraka krvi najmanje tri dana obično je potrebno kako bi se dobila točna dijagnoza. Serološki testovi mogu potvrditi prisutnost protutijela proizvedenih kao odgovor na bakteriju ili virus. Nažalost, serološki testovi nisu korisni u otkrivanju trenutne infekcije bakterijom *Bartonella* spp. kod konja. Oni samo pokazuju da je konj prethodno bio izložen bakterijama (XIAO i sur., 2021.).

Najučinkovitiji način otkrivanja aktivne infekcije uključuje kombinaciju bakterijske kulture i PCR testova. To se naziva PCR obogaćivanja ili ePCR. Ne postoji niti jedan tretman za koji je utvrđeno da je učinkovit za sve oblike infekcija bakterijom *Bartonella* spp. Umjesto toga, preporučuju se različiti antibiotici ovisno o specifičnim simptomima koje konj može imati i vrsti zaraze bakterijom. Za nekoliko antibiotika i antimikrobnih lijekova prijavljeno je da su učinkoviti u liječenju infekcije. Antibiotike je općenito potrebno davati u razdoblju od četiri do šest tjedana kako bi bili učinkoviti. Nije utvrđeno točno trajanje liječenja za rješavanje bartoneloze (PALMERO i sur., 2012.).

### 2.3.3. Erlihioza

Ehrlihioza konja je bolest koju prenose krpelji a posljedica je infekcije bakterijom roda *Ehrlichia*. Krpelji su iz obitelji *Ixodes*, koji se često nazivaju jelenjim krpeljima. Iako ne nose svi krpelji viruse i bakterije, oni koji ih nose, kao što je bakterija *Ehrlichia equi*, mogu uzrokovati ozbiljne bolesti, čak i smrt, kod životinje ili čovjeka. Postoje tri krpelja koji napadaju konje i svi prenose svoje bakterije na konja tijekom ciklusa hranjenja. Iako se često kaže da krpelj mora biti pričvršćen za životinju više od 24 sata kako bi se zaraza proširila, nemoguće je znati je li to istina. Važno je provjeravati tijelo konja tijekom vremena kada su krpelji aktivni (BELMAN, 1999.).

Ako konj ne oboli, vjerojatno je moguće i dalje vidjeti lokaliziranu oteklinu i iritaciju u području ugriza. Važno je pratiti mjesto na znakove lokalizirane infekcije. Dok konji svih dobni skupina svake godine pate od krpeljnih bolesti, mlađi konji su obično bolesniji zbog nepotpuno formiranog imunološkog sustava. Erlihioza konja pokazuje se nešto drugačijom jer konji mlađi od tri godine imaju manje izražene simptome bolesti. Čak i nakon zaraze bakterijom *Ehrlichia equi*, mlađi konji ostaju asimptomatski ili imaju samo nisku temperaturu. Odrasli konji imaju ozbiljne simptome kao što su groznica, kolike, srčana aritmija, žutica, nestabilnost, oticanje udova, gubitak apetita, zbunjenost i anemiju. Poboljšanje, ako se uopće dogodi, može se vidjeti tek za tri do četiri dana.

U usporedbi s ljudima, konji su posebno osjetljivi na ugrize krpelja zbog svog okruženja i načina života. Većina konja živi u stalnom kontaktu s krpeljima najmanje dvije do tri sezone. Trenutno ne postoji cjepivo za erlihiozu konja, jedini način je smanjenje izloženosti konja krpeljima. Treba kositi dugu travu, a po mogućnosti konje držati dalje od dubokih šumovitih područja (BELMAN, 1999.).

Ehrlihioza konja je sezonska bolest koja je najizraženija u mjesecima između kasne jeseni i proljeća. Konjima se dijagnosticira na temelju fizičkog pregleda, anamneze, uočenim sezonskim čimbenicima i čimbenicima iz okoliša te hematološkim pretragama. Ako vlasnik primijeti bolest dovoljno rano, konj može dobro reagirati na liječenje.

Konji s teškim slučajem bolesti možda neće preživjeti nakon 48 sati. Za agresivnu njegu potrebna je hospitalizacija. Oksitetraciklin je lijek izbora. Konji s erlihiozom dobro reagiraju na intravenske tekućine, diuretike i obloge. Značajniji oporavak nastupa tek nakon tjedan dana terapije (MCDADE, 1990.).

### 2.3.4. Lajmska boreliozna

Lajmska boreliozna, koju uzrokuje bakterija *Borrelia burgdorferi*, a prenosi se ugrizom krpelja, pogađa domaće životinje i ljude. Najmanje tri poznate vrste krpelja mogu prenijeti lajmsku bolest. Velika većina prijenosa lajmske bolesti posljedica je ugriza krpelja koji se obično naziva jelenji krpelj ili

crnonogi krpelj. *Ixodes pacificus* je vrsta koja se nalazi na zapadnoj obali SAD-a. *Ixodes scapularis* je vrsta uključena u prijenos bolesti drugdje (DIVERS, 2013.).

Najbolja zaštita od lajmske bolesti je izbjegavanje izlaganja konja krpeljima koji prenose bakteriju *Borrelia burgdorferi*. Ovo će se omogućiti putem održavanja pašnjaka pokošenim i uklanjanja područja na kojima se gnijezde glodavci (MADIGAN, 1993.).

Kliničke manifestacije infekcije bakterijom *B. burgdorferi* kod konja uključuju artritis (BURGESS i sur., 1986.; HAHN i sur., 1996.), hromost (BROWNING i sur., 1993.), osjetljivost mišića (DIVERS i sur., 2003.), prednji uveitis (BURGESS i sur., 1986.; HAHN i sur., 1996.), encefalitis (BURGESS i MATTISON, 1987.), pobačaj (SORENSEN i sur., 1990.), smrtnost ždrebadi (BURGESS i MATTISON, 1987.), nisku temperaturu i letargiju (MAGNARELLI i sur. 1997.). Razlike u kliničkim manifestacijama kod konja mogu biti razlog koinfekcije s drugim poznatim ili nepoznatim patogenima (na primjer *A. phagocytophylum*) (MAGNARELLI i sur., 2000.). Vjerojatnost koinfekcije se povećava ako se uključeni uzročnici prenose istim člankonošcem, što je slučaj sa *A. phagocytophylum* i *B. burgdorferi* (FOLEY i sur., 2004.). Mnogi od konja "uspješno" liječenih od pretpostavljene akutne borelioze mogu zapravo imati infekciju *A. phagocytophilum*, stoga pokazuju slične simptome (groznica, edem nogu, ukočenost) s izvrsnim odgovorom na liječenje tetraciklinom. Kod ljudi različite genovrste *B. burgdorferi* imaju tendenciju uzrokovati različite kliničke manifestacije koje zahvaćaju različite organske sustave (HUMAIR i GERN, 2000.). U Europi je infekcija s *B. burgdorferi* povezana s artritismom pretežno u zglobovima, dok *B. afzelii* radije boravi u koži i uzrokuje *erythema migrans*. *B. garinii* se nalazi u cerebrospinalnoj tekućini i čini se da je najneurotropnija od ova tri (STEERE i sur., 2004.). Slično kao kod ljudi, varijacije kliničkih znakova *B. burgdorferi* zaraženih konja mogu biti posljedica infekcije različitim genovrstama *B. burgdorferi*. Dijagnoza je uglavnom serološka i kod ljudi i kod životinja, temeljena na imunoenzimnom testu nakon kojeg slijedi Western blot potvrdni test. Rano liječenje antibioticima, poput doksiciklina ili amoksicilina, tijekom tri tjedna obično smanjuje rizik od kronične bolesti. Suzbijanje krpelja, uključujući upotrebu repelenata za ljude i životinje, vrlo je pouzdano u sprječavanju prijenosa. Cjepiva nisu dostupna za sprječavanje infekcije kod ljudi, dok je nekoliko cjepiva dostupno za smanjenje prijenosa i kliničkih manifestacija infekcije kod pasa (CHOMEL, B., 2015.).

### **2.3.5. Rikecioza**

Rikeciozne bolesti uključuju infekcije uzrokovane organizmima iz rodova *Rickettsia* (rikecioze pjegave groznice, skupina trbušnog tifusa), *Orientia* (trbušni tifus), *Coxiella* (Q groznica), *Ehrlichia* i *Anaplasma*. Rikecije su pleomorfni obligatni intracelularni kokobacili, s mnogim zajedničkim epidemiološkim, kliničkim i laboratorijskim značajkama (GLASER i sur., 2010.).

Bakterije *Rickettsia* spp. pripadaju obitelji *Rickettsiaceae*, redu *Rickettsiales*. Neke rikeciozne bolesti, poput epidemijskog tifusa, kojeg uzrokuje *Rickettsia prowazekii*, spadaju među najstarije zarazne bolesti (RAOULT i ROUX, 1997.).

Rikecije se na ljude prenose uglavnom člankonošcima, uključujući krpelje, buhe, grinje i uši, pri čemu mnogi od ovih člankonožaca vektora služe kao rezervoari. Za usporedbu, uloga kralježnjaka u održavanju ovih patogena i dalje je malo proučena, iako su ograničene studije sugerirale njihovu uključenost u postojanost rikecija (PAROLA i sur., 2013.). Na primjer, psi mogu djelovati kao rezervoari *R. felis* i *R. conorii* (HII i sur., 2011., LEVIN i sur., 2012.).

Pjegava groznica Stjenjaka je akutna febrilna bolest koju prenose krpelji. Uzrokuje ju rikecija *Rickettsia rickettsii*. To je najteža i najčešća infekcija rikecijama u Sjevernoj Americi (CAMPOS i sur., 2019.). Bakterija *Rickettsia rickettsii* je kokobacilarni, obligatno unutarstanični organizam. Slučajne zaraze u ljudi se javljaju nakon ugriza zaraženog vektora; krpelja. Vjeruje se da se prijenos događa vrlo brzo nakon ugriza zaraženog krpelja, s brzim ulaskom bakterije u ljudske endotelne stanice (KAKUMANU i sur., 2018.). Ljudi nisu prirodni rezervoari bolesti. Rikecije ne oštećuju krpelja. U Sjedinjenim Državama do prijenosa najčešće dolazi nakon ugriza američkog psećeg krpelja (*Dermacentor variabilis*), šumskog krpelja Stjenjaka (*Dermacentor andersoni*) ili smeđeg psećeg krpelja (*Rhipicephalus sanguineus*). Zbog povezanosti s ugrizima krpelja, dijagnoza je vjerojatnija u ljetnim mjesecima kod ljudi koji borave na otvorenom (DELISLE i sur., 2016.). Trenutno se većina slučajeva pjegave groznice Stjenjaka dijagnosticira na temelju seroloških imunoglobulina M (IgM) i IgG, u kombinaciji s kliničkom sumnjom. Važno je razmotriti ponovno testiranje nakon prestanka simptoma, budući da serološki testovi mogu biti negativni ako se testiranje obavi u ranoj fazi bolesti. Iako se rikecije mogu uzgajati u mikrobiološkom laboratoriju, ovaj se pristup ne koristi za kliničku dijagnozu jer je tehnika teška i zahtijeva visoku razinu biološke sigurnosti zbog rizika od izlaganja. Ostale dijagnostičke mogućnosti uključuju molekularne testove, kao što je PCR. Obzirom na mogućnost negativnog serološkog testa u ranoj fazi bolesti i inače nespecifičnih laboratorijskih abnormalnosti, bitno je postaviti sumnju na pjegavu groznicu u bolesnika sa simptomima sličnim gripi u toplijim mjesecima ako žive ili su putovali u endemska područja (DENISON i sur., 2014.; TROUT u sur., 2015.).

Brazilska pjegava groznica najvažnija je rikecioza koja je opisana u Brazilu. Uzrokuje ju gram-negativna obligatna intracelularna kokobacilarna bakterija *Rickettsia rickettsii* (HORTA i sur., 2007.). Prijenos se događa ugrizima zaraženih krpelja, koji zadržavaju rikecije u svojim žlijezdama slinovnicama, stanicama srednjeg crijeva i jajnicima (HARDEN, 1990.). Krpelj *Amblyomma cajennense* smatra se glavnim prijenosnikom bolesti u Brazilu, osobito u nezrelim stadijima. Konji, kapibare (*Hydrochoerus hydrochaeris*) i tapiri (*Tapirus terrestris*) smatraju se primarnim domaćinima za sve parazitske stadije *A. cajennense*. S druge strane, ličinke i nimfe *A. cajennense* imaju nisku

specifičnost prema domaćinu i vrlo su agresivne prema ljudima i domaćim psima. Slučajevi kod ljudi obično su slučajni, a konji se smatraju rezervoarima zbog njihove izloženosti vektoru *A. cajennense* (LEMOS i sur., 1996.).

Zlatni standard laboratorijske dijagnostike je test neizravne imunofluorescencije (GALVAO i sur., 2005.). Neke vrste *Rickettsia* spp. dijele slične površinske antigene, što rezultira križnom reakcijom između blisko povezanih vrsta, posebno onih koje pripadaju skupini pjegave groznice, uključujući *R. rickettsii* i *R. parkeri* (SILVEIRA i sur., 2007.).



### 3. RASPRAVA I ZAKLJUČCI

U ovom radu pregledno je prikazano 27 bakterijskih zoonoza konja, osobitosti njihovih uzročnika, izvori infekcije, načini širenja, klinička slika u ljudi te prevencija bolesti. Konji su još od davnina bili korišteni kao radne životinje, kao sredstvo transporta te za hranu. Njihova se uloga kroz povijest mijenjala i razvijala. Način na koji se konji koriste razlikuje se ovisno o geografskoj regiji i socioekonomskom statusu ljudi. U nekim dijelovima svijeta konji se većinom koriste za rekreaciju i sport dok je u drugim dijelovima svijeta konjsko meso značajan izvor hrane za ljude (SACK i sur., 2020.). Najčešći putevi širenja bolesti sa konja na čovjeka su ingestijom, inhalacijom, izravnim kontaktom te vektorima.

Budući da je transport sportskih konja sve intenzivniji, često međukontinentalan te da se i distribucija mesa odvija diljem svijeta (ESPIÉ i sur., 2005.), omogućen je prijenos zoonoza na velike udaljenosti te su rizici za prijenos zoonotskih patogena konja na ljude svakim danom sve veći. Kao i u svih drugih zoonoza, u sprječavanju pojave i suzbijanju bolesti te sprječavanju širenja na ljude, izrazito je bitna edukacija i suradnja liječnika i veterinarara. Ne manje važna je i edukacija javnosti te osoba koje se brinu o životinjama, dolaze u kontakt s njima ili su djelatnici u lancu proizvodnje hrane (CORK i CHECKLEY, 2011.). Poznavanje bakterijskih zoonoza važno je ne samo zbog sprečavanja pojave i širenja bolesti nego i zbog činjenice da se bakterijske bolesti u najvećem broju slučajeva liječe antimikrobnim tvarima, od kojih se mnoge rabe i u humanoj i u veterinarskoj medicini. Uporabom antibiotika potiče se razvoj otpornosti bakterija na antimikrobne tvari, a takve bakterije dalje se šire u populaciji ljudi i životinja te okolišu. Antimikrobna rezistencija jedan je od najvećih javnozdravstvenih izazova današnjice (MADDOX i sur., 2015.).

Zbog svega navedenog, a s ciljem sprječavanja pojave i širenja bakterijskih zoonoza, neophodna je edukacija liječnika, veterinarara, vlasnika, ali i opće javnosti o svim njihovim aspektima. Samo multidisciplinarni pristup, kakav je danas i podržan konceptom jednog zdravlja, može osigurati optimalno sprječavanje pojave i širenja zoonoza te posljedično antimikrobne rezistencije.

#### 4. LITERATURA

1. ADASZEK, L., WINIARCZYK, S., LUKASZEWSKA, J. (2009.): A first case of ehrlichiosis in a horse in Poland. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 116, 330.–334.
2. AHMED, M.O., CLEGG, P.D., WILLIAMS, N.J., BAPTISTE, K.E., et al. (2010.): Antimicrobial resistance in equine faecal *Escherichia coli* isolates from North West England. *Ann Clin Microbiol Antimicrob.* 9:12.
3. AL-MASHAT, R.R, TAYLOR, D.J. (1986.): Bacteria in enteric lesions of horses. *Vet Rec.*
4. ASHHURST-SMITH, C., NORTON, R, THOREAU, W., PEEL, M.M. (1998.): *Actinobacillus equuli* septicemia: An unusual zoonotic infection. *J Clin Microbiol*; 36:2789.–2790.
5. ATHERTON, J.G., RICKETTS, S.W. (1980.): *Campylobacter* infection from foals. *Vet Rec.*
6. BELMAN A.L. (1999.): Tick-borne diseases. *Semin Pediatr Neurol.* 249.-66.
7. BISHOP, B. L., CHERRY, N. A., HEGARTY, B. C., & BREITSCHWERDT, E. B. (2017.): Enrichment blood culture isolation of *Bartonella henselae* from horses with chronic circulatory, musculoskeletal and/or neurologic deficits. *Adv Biotech Micro.*
8. BJÖERSDORFF, A., BAGERT, B., MASSUNG, R. F., GUSA, A., ELIASSON, I. (2002.): Isolation and characterization of two European strains of *Ehrlichia phagocytophila* of equine origin. *Clin. Diagn. Lab. Immunol.* 9, 341.–343.
9. BOWN, K.J., BEGON, M., BENNETT, M., WOLDEHIWET, Z., OGDEN, N.H. (2003.): Seasonal dynamics of *Anaplasma phagocytophila* in a rodent-tick (*Ixodes trianguliceps*) system, United Kingdom. *Emerg Infect Dis*, 63.-70.
10. BRANLEY, J., BACHMANN, N.L., JELOCNIK, M., MYERS, G.S., POLKINGHORNE, A. (2016.): Australian human and parrot *Chlamydia psittaci* strains cluster within the highly virulent 6BC clade of this important zoonotic pathogen. *Sci Rep.* 6, 30019.
11. BROWNING, A., CARTER, S. D., BARNES, A., MAY, C., & BENNETT, D. (1993.): Lameness associated with *Borrelia burgdorferi* infection in the horse. *Vet Rec.* 132(24), 610.–611.

12. BROWNING, G. F., CHALMERS, R. M., SNODGRASS, D. R., BATT, R. M., HART, C. A., ORMAROD, S. E., LEADON, D., STONEHAM, S. J., & ROSSDALE, P. D. (1991.): The prevalence of enteric pathogens in diarrhoeic thoroughbred foals in Britain and Ireland. *Equine Vet J.* 23(6), 405.–409.
13. BURGESS, B. A., MORLEY, P. S. (2019.): Risk factors for shedding of *Salmonella enterica* among hospitalized large animals over a 10-year period in a veterinary teaching hospital. *J Vet Intern Med.* 33(5):2239.–2248.
14. BURGESS, E. C., & MATTISON, M. (1987.): Encephalitis associated with *Borrelia burgdorferi* infection in a horse. *J Am Vet Med Assoc.* 191(11), 1457.–1458.
15. BURGESS, E. C., GILLETTE, D., & PICKETT, J. P. (1986.): Arthritis and panuveitis as manifestations of *Borrelia burgdorferi* infection in a Wisconsin pony. *J Am Vet Med Assoc.* 189(10), 1340.–1342.
16. BUTLER, C.M., VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M.M.S., STOUT, T.A.E., JONGEJAN, F., et al. (2016a): 1 Classification of ticks collected from horses in the Netherlands in 2008–2009 and identification of the (zoonotic) agents they contain. *Pferdeheilkunde* 32:329.–334.
17. BUTLER, C.M., VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M.M.S., WERNERS, A.H. T. STOUT, A.E., et al. (2016b): *Borrelia burgdorferi* and *Anaplasma phagocytophilum* in ticks and their equine hosts: A prospective clinical and diagnostic study of 47 horses following removal of a feeding tick. *Pferdeheilkunde* 32:335.–345.
18. CALLAWAY, T.R., CARR, M.A., EDRINGTON, T.S., ANDERSON, R.C., NISBET, D.J. (2009.): Diet, *Escherichia coli* O157:H7, and cattle: a review after 10 years. *Curr Issues Mol Biol*, 11.
19. CAMPOS, S., NADAL, N. V., TOMA, H. K., ALMEIDA, A. B., CORDEIRO, M. D., FONSECA, A., FIGUEIREDO, F. B., VERÍCIMO, M. A., CUNHA, N., & ALMOSNY, N. (2019.): Circulation of spotted fever group rickettsiae among dogs seropositive for *Leishmania* spp. in an urban area of Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop.* 52, e20180133.
20. CÁRDENAS, N. C., GALVIS, J., FARINATI, A. A., GRISI-FILHO, J., DIEHL, G. N., & MACHADO, G. (2019.): *Burkholderia mallei*: The dynamics of networks and disease transmission. *Transbound Emerg Dis.* 66(2), 715.–728.

21. CARLETON, H.A., DIEP, B.A., CHARLEBOIS, E.D., SENSABAUGH, G.F., PERDREAU-REMYN, F. (2004.): Community-adapted methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA): population dynamics of an expanding community reservoir of MRSA. *J Infect Dis.* 190:1730–1738.
22. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2003.): Anthrax Q & A: signs and symptoms. Emergency preparedness and response. <http://www.bt.cdc.gov/agent/anthrax/faq/>.
23. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2013b): Diagnosis and management of Q fever—United States, 2013 recommendations from CDC and the Q fever working group. *MMWR* 62(3):1–29
24. CHATIBOBO, P., KUSINA, N.T., HAMUDIKUWANDA, H., NYONI, O. (2004.): A monitoring study on the prevalence of dermatophilosis and parafilariosis in cattle in smallholder semi-arid farming area in Zimbabwe. *Trop Anim Health Prod*, 207.-215.
25. CHEN, S.M., DUMLER, J.S., BAKKEN, J.S., WALKER, D.H. (1994.): Identification of a granulocytotropic *Ehrlichia* species as the etiologic agent of human disease. *Journal of Clinical Microbiology*, 32, 589.–595.
26. CHOMEL B. (2015.): Lyme disease. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 34(2), 569.–576.
27. COHEN, N. D. (2014.): *Rhodococcus equi* Foal Pneumonia. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 30(3), 609.–622.
28. COHEN, N. D., O’CONNOR, M. S., CHAFFIN, M. K., & MARTENS, R. J. (2005.): Farm characteristics and management practices associated with development of *Rhodococcus equi* pneumonia in foals. *J Am Vet Med Assoc.* 226(3), 404.–413.
29. COLLOBERT, C. (1992.): *Campylobacter jejuni* enterocolitis in the horse: a report of two outbreaks in Normandy. *Prev. vet. Med.* 24, 53.-56.
30. COMERLATO, C.B., ZHANG, X., WALKER, K., BRANDELLI, A., FIGEYS, D. (2020.): Comparative proteomic analysis reveals metabolic variability of probiotic *Enterococcus durans* during aerobic and anaerobic cultivation. *J Proteomics.* 220, 103764.
31. CORK, S.C., CHECKLEY, S. (2011.): Globalization of the food supply and the spread of disease. In: Krause DO, Hendrick S (eds) *Zoonotic pathogens in the food chain*. CAB International, Oxfordshire, 1.–20.

32. CORNE, P., RAJEEBALLY, I., & JONQUET, O. (2002.): Rhodococcus equi Brain Abscess in an Immunocompetent Patient. Scand J Infect Dis. 34(4), 300.–302.
33. CUNY, C, WITTE, W. (2016.): MRSA in equine hospitals and its significance for infections in humans. Vet Microbiol. 200:59.–64.
34. DE BOER E. et al (2009.): Prevalence of methicillin-resistant Staphylococcus aureus in meat.
35. DE BOER, E., ZWARTKRUIS-NAHUIS, A., HEUVELINK, A.E., HARMANUS, C., KUIJPER, E.J. (2011.): Prevalence of Clostridium difficile in retailed meat in the Netherlands. Int J Food Microbiol. 144(3):561.-464.
36. DECKER J. (2003.): Deadly diseases and epidemics, anthrax. Chelsea House, 27.–28.
37. DELISLE, J., MENDELL, N.L., STULL-LANE, A., BLOCH, K.C., BOUYER, D.H., MONCAYO, A.C. (2016.): Human Infections by Multiple Spotted Fever Group Rickettsiae in Tennessee. Am J Trop Med Hyg. 1212.-1217.
38. DENISON, A.M., AMIN, B.D., NICHOLSON, W.L., PADDOCK, C.D. (2014.): Detection of Rickettsia rickettsii, Rickettsia parkeri, and Rickettsia akari in skin biopsy specimens using a multiplex real-time polymerase chain reaction assay. Clin Infect Dis. 635.-642.
39. DEVRIESE, L.A., VAN DAMME, L.R., FAMEREE, L. (1972.): Methicillin- (cloxacillin)-resistant Staphylococcus aureus strains isolated from bovine mastitis cases. Z Veterinärmedizin Reihe 19:598.–605.
40. DIAB, S.S., SONGER, G., UZAL, F.A. (2013.): Clostridium difficile infection in horses: a review. Vet Microbiol. 167(1-2):42.-49.
41. DIJKSHOORN, L., NEMEC, A., SEIFERT, H. (2007.): An increasing threat in hospitals: multidrug-resistant Acinetobacter baumannii. Nat Rev Microbiol. (12):939.-951.
42. DRAGON, D.C., ELKIN, B..T, NISHI, J.S. et al (1999.): A review of anthrax in Canada and implications for research on the disease in northern bison. J Appl Microbiol 87(2):208.–213.
43. DUMLER, J. S. , A. F. BARBET, C. P. BEKKER, G. A.DASCH, G. H. PALMER, S. C. RAY., Y. RIKIHISA, F. R.RURANGIRWA (2001.): Reorganization of genera in the families Rickettsiaceae and Anaplasmataceae in the order Rickettsiales; unification of some species of Ehrlichia with Anaplasma, Cowdria with Ehrlichia and Ehrlichia with Neorickettsia, descriptions of six new species combinations and designation of Ehrlichia equi and “HGE agent” as subjective synonyms of Ehrlichia phagocytophila. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 51, 2145.-2165.

44. DUMLER, J.S., BAKKEN, J.S. (1995.): Ehrlichial diseases of humans: emerging tick-borne infections. *Clin Infect Dis.* 20(5):1102.-1110.
45. DVORAK, G.D., SPICKLER, A.R. (2008.): Glanders. *J Am Vet Med Assoc.* 233(4):570.-577.
46. DWYER R. M. (2015.): Zoonoses–Infections Affecting Humans and Animals
47. EBERSOLE, L. L., & PATURZO, J. L. (1988.): Endophthalmitis Caused by *Rhodococcus equi* Prescott Serotype 4. *J Clin Microbiol.* 26(6), 1221.–1222.
48. ESPIÉ, E., DE VALK, H., VAILLANT, V., QUELQUEJEU, N., LE QUERREC, F., WEILL, F.X. (2005.): An outbreak of multidrug-resistant *Salmonella enterica* serotype Newport infections linked to the consumption of imported horse meat in France. *Epidemiol Infect.* 133(2):373.-376.
49. ESTELL, K.E., YOUNG, A., KOZIKOWSKI, T., SWAIN, E.A., BYRNE, B.A., REILLY, C.M., KASS, P.H., ALEMAN, M. (2016.): Pneumonia Caused by *Klebsiella* spp. in 46 Horses. *J Vet Intern Med.* 30(1), 314.–321.
50. FEARY, D. J., HASSEL, D. M. (2006.): Enteritis and colitis in horses. *Veterinary Clinics: Equine Practice.* 22(2):437.–479.
51. FERENS W.A., HOVDE C.J. (2011.): *Escherichia coli* O157:H7: animal reservoir and sources of human infection. *Foodborne Pathog Dis.* 8:465.-487.
52. FINNERTY, W.M. (1992.): The biology and genetics of the genus *Rhodococcus*. *Annu Rev Microbiol.* 46, 193.–218.
53. FOLEY, J. E., FOLEY, P., BROWN, R. N., LANE, R. S., DUMLERS, J. S., & MADIGAN, J. E. (2004.): Ecology of *Anaplasma phagocytophilum* and *Borrelia burgdorferi* in the western United States. *J Vector Ecol.* 29(1), 41.–50.
54. FRENZEN, P.D., DRAKE, A., ANGULO, F.J. (2005.): Emerging Infections Program FoodNet Working Group. Economic cost of illness due to *Escherichia coli* O157 infections in the United States. *J Food Prot.* 68(12), 2623.–2630.
55. GAJARDO, G., UBERTI, B., PAREDES, E. (2016.): Anthrax in a horse and post-exposure interventions, *J. Equine Vet. Sci.* 39:37.–38.
56. GARCÍA-SOLACHE, M., RICE, L.B. (2019.): The *Enterococcus*: a Model of Adaptability to Its Environment. *Clin Microbiol Rev.* 32(2), e00058-18.
57. GARDNER, D.E., YOUNG, G.W. (1987.): *Campylobacter* in foals. *N Z Vet J.* 35:116.–117.

58. GIBBS, S.G., GREEN, C.F., TARWATER, P.M., MOTA, L.C., MENA, K.D., SCARPINO, P.V. (2006.): Isolation of antibiotic-resistant bacteria from the air plume downwind of a swine confined or concentrated animal feeding operation. *Environ Health Perspect.* 114(7):1032.-1037.
59. GILLESPIE, I.A., O'BRIEN, S.J., FROST, J.A., ADAK, G.K., HORBY, P., SWAN, A.V., PAINTER, M.J., NEAL, K.R. (2002.): Campylobacter Sentinel Surveillance Scheme Collaborators. A case-case comparison of *Campylobacter coli* and *Campylobacter jejuni* infection: a tool for generating hypotheses. *Emerg Infect Dis.* 8(9), 937.-942.
60. GLASER, C., CHRISTIE L., KAREN C. BLOCH (2010.): *Handbook of Clinical Neurology*; Chapter 10 Rickettsial and ehrlichial infections. 143.-158.
61. GRIBBLE, D. H. (1969.): Equine ehrlichiosis. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 155, 462.-469.
62. HAHN, C. N., MAYHEW, I. G., WHITWELL, K. E., SMITH, K. C., CAREY, D., CARTER, S. D., & READ, R. A. (1996.): A possible case of Lyme borreliosis in a horse in the UK. *Equine Vet J.* 28(1), 84.-88.
63. HARTSKEERL. R.A., COLLARES-PEREIRA, M., ELLIS, W.A. (2011.): Emergence, control and re-emerging leptospirosis: dynamics of infection in the changing world. *Clin Microbial Infec.* 17:494.-501.
64. HENNING, K., SACHSE, K., STING, R. (2000.): Nachweis von Chlamydien bei einem Stutenabort [Demonstration of Chlamydia from an equine abortion]. *Dtsch Tierarztl Wochenschr.* (2):49.-52.
65. HIL, S. F., KOPP, S. R., ABDAD, M. Y., THOMPSON, M. F., O'LEARY, C. A., REES, R. L., & TRAUB, R. J. (2011.): Molecular evidence supports the role of dogs as potential reservoirs for *Rickettsia felis*. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 11(8), 1007.-1012.
66. HINES, M. T. (2014.): Chapter 31: *Rhodococcus equi*. In D. C. Sellon & M. T. Long , In: *Equine Infect Dis.* 287.-302.e11.
67. HINES, M.T. (2007.): Leptospirosis. In: Sellon DC, Long MT (eds) *Equine Infect Dis.* 301.-309.

68. HOLDEN, M.T., HEATHER, Z., PAILLOT, R., STEWARD, K.F., WEBB, K., AINSLIE, F., JOURDAN, T., BASON, N.C., HOLROYD, N.E., MUNGALL, K., QUAIL, M.A., SANDERS, M., SIMMONDS, M., WILLEY, D., BROOKS, K., AANENSEN, D.M., SPRATT, B.G., JOLLEY, K.A., MAIDEN, M.C., KEHOE, M., CHANTER, N., BENTLEY, S.D., ROBINSON, C., MASKELL, D.J., PARKHILL, J., WALLER, A.S. (2009.): Genomic evidence for the evolution of *Streptococcus equi*: host restriction, increased virulence, and genetic exchange with human pathogens. *PLoS Pathog.* 5(3):e1000346.
69. HUANG, B. F., KROPINSKI, A. M., BUJOLD, A. R., & MACINNES, J. I. (2015.): Complete genome sequence of *Actinobacillus equuli* subspecies *equuli* ATCC 19392(T). *Stand Genomic Sci.* 10, 32.
70. HULIN, V., OGER, S., VORIMORE, F., AAZIZ, R., DE BARBEYRAC, B., BERRUCHON, J., SACHSE, K., & LAROUCAU, K. (2015.): Host preference and zoonotic potential of *Chlamydia psittaci* and *C. gallinacea* in poultry. *Pathog Dis.* 73(1), 1.–11.
71. HUMAIR, P., & GERN, L. (2000.): The wild hidden face of Lyme borreliosis in Europe. *Microbes Infect.* 2(8), 915.–922.
72. JELOCNIK, M., BACHMANN, N. L., SETH-SMITH, H., THOMSON, N. R., TIMMS, P., & POLKINGHORNE, A. M. (2016.): Molecular characterisation of the *Chlamydia pecorum* plasmid from porcine, ovine, bovine, and koala strains indicates plasmid-strain co-evolution. *PeerJ*, 4, e1661.
73. JOHN M.L. (2006.): Milk of nonhuman origin and infectious diseases in humans. *Clin Infect Dis.* 43:610.–615.
74. JOHNSON, R., RAMOS-VARA, J., & VEMULAPALLI, R. (2009.): Identification of *Bartonella henselae* in an aborted equine fetus. *Vet Pathol.* 46(2), 277.–281.
75. JOKISALO, J., BRYAN, J., LEGGET, B., ABBOTT, Y., et al.(2010.): Multiple-drug resistant *Acinetobacter baumannii* bronchopneumonia in a colt following intensive care treatment. *Equine Vet Educ.* 22:281.–286.
76. JONES, S. L., MAGGI, R., SHULER, J., ALWARD, A., & BREITSCHWERDT, E. B. (2008.): Detection of *Bartonella henselae* in the blood of 2 adult horses. *J Vet Intern Med.*, 22(2), 495.–498.
77. JONES, T., KELLUM, M., PORTER, S., BELL, M., SCHAFFNER, W. (2002.): An outbreak of community-acquired foodborne illness caused by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Emerg Infectious Dis.* 8:82.–84.



78. JORM, L. R., LOVE, D. N., BAILEY, G. D., MCKAY, G. M., & BRISCOE, D. A. (1994.): Genetic structure of populations of beta-haemolytic Lancefield group C streptococci from horses and their association with disease. *Res Vet Sci.* 57(3), 292.–299.
79. KAKUMANU, M. L., PONNUSAMY, L., SUTTON, H., MESHNICK, S. R., NICHOLSON, W. L., & APPERSON, C. S. (2018.): Prevalence of Rickettsia Species (Rickettsiales: Rickettsiaceae) in Dermacentor variabilis Ticks (Acari: Ixodidae) in North Carolina. *J Med Entomol.* 55(5), 1284.–1291.
80. KAPER, J. B., NATARO, J. P., & MOBLEY, H. L. (2004.): Pathogenic Escherichia coli. *Nat Rev Microbiol.* 2(2), 123.–140.
81. KARTHIK, K., PRABAKAR, G., BHARATHI, R., KHURANA, S., DHAMA, K. (2016.): Equine brucellosis: Review on epidemiology, pathogenesis, clinical signs, prevention and control
82. KAWAKAMI, V., RIETBERG, K., LIPTON, B., ECKMANN, K., WATKINS, M., OLTEAN, H., KAY, M., ROTHSCHILD, C., KOBAYASHI, M., VAN BENEDEN, C., & DUCHIN, J. (2016.): Notes from the Field: Fatal Infection Associated with Equine Exposure - King County, Washington, 2016. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 65(30), 788.
83. KEDLAYA, I., ING, M. B., & WONG, S. S. (2001.): Rhodococcus equi Infections in Immunocompetent Hosts: Case Report and Review. *Clin Infect Dis.* 32(3), e39.–e46.
84. KHAN, I., WIELER, L. H., MELZER, F., ELSCHNER, M. C., MUHAMMAD, G., ALI, S., SPRAGUE, L. D., NEUBAUER, H., & SAQIB, M. (2013.): Glanders in animals: a review on epidemiology, clinical presentation, diagnosis and countermeasures. *Transbound Emerg Dis.* 60(3), 204.–221.
85. KHURANA, S. K. (2015.): Current Understanding of Rhodococcus Equi infection and its Zoonotic Implications. *Advances in Animal and Veterinary Sciences,* 3(1), 1.–10.
86. KIMURA Y., HARADA K., SHIMIZU T., SATO T., KAJINO A., USUI M., TAMURA Y., TSUYUKI Y., MIYAMOTO T., OHKI A., WATARAI M. (2018.): Species distribution, virulence factors and antimicrobial resistance of Acinetobacter spp. isolates from dogs and cats: a preliminary study
87. KINDE, H., BETTEY, R. L., ARDANS, A., GALEY, F. D., DAFT, B. M., WALKER, R. L., EKLUND, M. W., & BYRD, J. W. (1991.): Clostridium botulinum type-C intoxication associated with consumption of processed alfalfa hay cubes in horses. *J Am Vet Med Assoc.* 199(6), 742.–746.

88. KLEIN, E., SMITH, D. L., & LAXMINARAYAN, R. (2007.): Hospitalizations and deaths caused by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, United States, 1999-2005. *Emerg Infect Dis.* 13(12), 1840.–1846.
89. KLEVENS, R. M., MORRISON, M. A., NADLE, J., PETIT, S., GERSHMAN, K., RAY, S., HARRISON, L. H., LYNFIELD, R., DUMYATI, G., TOWNES, J. M., CRAIG, A. S., ZELL, E. R., FOSHEIM, G. E., MCDUGAL, L. K., CAREY, R. B., FRIDKIN, S. K., & Active Bacterial Core surveillance (ABCs) MRSA Investigators (2007.): Invasive methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections in the United States. *JAMA*, 298(15), 1763.–1771.
90. KNITTLER, M. R., & SACHSE, K. (2015.): *Chlamydia psittaci*: update on an underestimated zoonotic agent. *Pathog Dis.* 73(1), 1.–15.
91. KÖCK, R., BALLHAUSEN, B., BISCHOFF, M., CUNY, C., ECKMANN, T., FETSCH, A., HARMS, D., GOERGE, T., OBERHEITMANN, B., SCHWARZ, S., SELHORST, T., TENHAGEN, B. A., WALTHER, B., WITTE, W., ZIEBUHR, W., & BECKER, K. (2014.): The impact of zoonotic MRSA colonization and infection in Germany. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr.* 127(9-10), 384.–398.
92. KOMBA, E.V.G., MDEGELA, R.H. P. MSOFFE, L.M., MATOWO, D.E., et al.. (2014.): Occurrence, species distribution and antimicrobial resistance of thermophilic *Campylobacter* isolates from farm and laboratory animals in Morogoro, Tanzania. *Vet World* 7:559.–565.
93. KUHNERT, P., BERTHOUD, H., CHRISTENSEN, H., BISGAARD, M., & FREY, J. (2003.): Phylogenetic relationship of equine *Actinobacillus* species and distribution of RTX toxin genes among clusters. *Vet Res.* 34(3), 353.–359.
94. LAYMAN, Q. D., REZABEK, G. B., RAMACHANDRAN, A., LOVE, B. C., & CONFER, A. W. (2014.): A retrospective study of equine actinobacillosis cases: 1999.-2011. *J Vet Diagn Invest.* 26(3), 365.–375.
95. LE MARÉCHAL, C., WOULDSTRA, C. & FACH, P. (2016.): Botulism. In F.A. Uzal, J.G. Songer, J.F. Prescott & M.R. Popoff (Eds.). *Clostridial Diseases of Animals* 303.–330.
96. LEIMBACH, A., HACKER, J., & DOBRINDT, U. (2013.): *E. coli* as an all-rounder: the thin line between commensalism and pathogenicity. *Curr Top Microbiol Immunol.* 358, 3.–32.
97. LENGFELDER, I., SAVA, I. G., HANSEN, J. J., KLEIGREWE, K., HERZOG, J., NEUHAUS, K., HOFMANN, T., SARTOR, R. B., & HALLER, D. (2019.): Complex Bacterial Consortia Reprogram the Colitogenic Activity of *Enterococcus faecalis* in a Gnotobiotic Mouse Model of Chronic, Immune-Mediated Colitis. *Front Immunol.* 10, 1420.

98. LEVIN, M. L., KILLMASTER, L. F., & ZEMTSOVA, G. E. (2012.): Domestic dogs (*Canis familiaris*) as reservoir hosts for *Rickettsia conorii*. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 12(1), 28.–33.
99. LONATI, D., SCHICCHI, A., CREVANI, M., BUSCAGLIA, E., SCARAVAGGI, G., MAIDA, F., CIRRONIS, M., PETROLINI, V. M., & LOCATELLI, C. A. (2020.): Foodborne Botulism: Clinical Diagnosis and Medical Treatment. *Toxins*, 12(8), 509.
100. LONGBOTTOM, D., & COULTER, L. J. (2003.): Animal chlamydioses and zoonotic implications. *J Comp Pathol.* 128(4), 217.–244.
101. MADDOX, T. W., CLEGG, P. D., WILLIAMS, N. J., & PINCHBECK, G. L. (2015.): Antimicrobial resistance in bacteria from horses: Epidemiology of antimicrobial resistance. *Equine Vet J.* 47(6), 756.–765.
102. MADIGAN J. E. (1993.): Lyme disease (Lyme borreliosis) in horses. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 9(2):429.-434.
103. MADIGAN, J. E., D. GRIBBLE (1987.): Equine ehrlichiosis in northern California: 49 cases (1968-1981). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 190, 445.-448.
104. MADIGAN, J.E., RICHTER, P.J, J.R., KIMSEY, R.B., BARLOUGH, J.E., BAKKEN, J.S., DUMLER, J.S. (1995.): Transmission and passage in horses of the agent of human granulocytic ehrlichiosis. *J Infect Dis* 172:1141.–1144.
105. MAGNARELLI, L. A., FLAVELL, R. A., PADULA, S. J., ANDERSON, J. F., & FIKRIG, E. (1997.): Serologic diagnosis of canine and equine borreliosis: use of recombinant antigens in enzyme-linked immunosorbent assays. *J Clin Microbiol.* 35(1), 169.–173.
106. MAGNARELLI, L. A., IJDO, J. W., VAN ANDEL, A. E., WU, C., PADULA, S. J., & FIKRIG, E. (2000.): Serologic confirmation of *Ehrlichia equi* and *Borrelia burgdorferi* infections in horses from the northeastern United States. *J Am Vet Med Assoc.* 217(7), 1045.–1050.
107. MAGNI, E., BERTELLONI, F., SGORBINI, M., & EBANI, V. V. (2017.): Bartonella infection in asymptomatic horses and donkeys from Tuscany, *Asian Pac J Trop Med.*, 10(11), 1077.–1079.
108. MALLICOTE M. (2015.): Update on *Streptococcus equi* subsp *equi* infections. *Vet Clin North Am Equine Pract.* (1):27.-41.
109. MAN S. M. (2011.): The clinical importance of emerging *Campylobacter* species. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol.* 8(12), 669.–685.

110. MARKWART, R., WILLRICH, N., HALLER, S., NOLL, I., KOPPE, U., WERNER, G., ECKMANNS, T., & REUSS, A. (2019.): The rise in vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* in Germany: data from the German Antimicrobial Resistance Surveillance (ARS). *Antimicrob Resist Infect Control*. 8, 147.
111. MAURIN, M., BAKKEN, J. S., & DUMLER, J. S. (2003.): Antibiotic susceptibilities of *Anaplasma (Ehrlichia) phagocytophilum* strains from various geographic areas in the United States. *Antimicrob Agents Chemother*. 47(1), 413.–415.
112. MAVROULI, M.; VRIONI, G.; PAPAPARASKEVAS, J.; KAPSIMALI, V. (2016.) *Bartonella* infections: Clinical manifestations, diagnostic techniques and treatment. *Acta Microbiologica Hellenica*, vol. 61, no. 1, 17.-35.
113. MCDADE J. E. (1990.): Ehrlichiosis--a disease of animals and humans. *J Infect Dis*. 161(4), 609.–617.
114. MCLAUCHLIN, J., VAN DER MEE-MARQUET, N. (1998.): Listeriosis. In: Palmer, S.R., Soulsby, L., Simpson, D.I.H.(eds) *Zoonoses: biology, clinical practice, and public health control*. Oxford University, Oxford. 127.–140.
115. MERRITT A., ROBBINS J., BREWER B.(1982.): Is Salmonella infection a cause of the acute gastric dilatation/ileus syndrome in horses?; *Proceedings of the Equine Colic Research Symposium: 1982; Athens, GA*. 119.–124.
116. MITCHELL, K. E., TURTON, J. F., & LLOYD, D. H. (2018.): Isolation and identification of *Acinetobacter* spp. from healthy canine skin. *Vet Dermatol*. 29(3), 240.–e87.
117. MOHAMED, W., SETHI, S., TCHATALBACHEV, S., DARJI, A., CHAKRABORTY, T. (2012.): Protective immunity to *Listeria monocytogenes* infection mediated by recombinant *Listeria innocua* harboring the VGC locus. *PloS one*, 7(4), e35503.
118. MUSCATELLO, G., ANDERSON, G. A., GILKERSON, J. R., BROWNING, G. F. (2006.): Associations between the Ecology of Virulent *Rhodococcus equi* and the Epidemiology of *R. equi* Pneumonia on Australian Thoroughbred Farms. *Appl Environ Microbiol*. 72(9), 6152.–6160.
119. MUSCATELLO, GARY. (2012a): *Rhodococcus equi* pneumonia in the foal – Part 1: Pathogenesis and epidemiology. *Vet J*, 192(1), 20.–26.
120. NATH, S. R., MATHEW, A. P., MOHAN, A., & ANILA, K. R. (2013.): *Rhodococcus equi* granulomatous mastitis in an immunocompetent patient. *J Med Microb*. 62(Pt\_8), 1253.–1255.

121. NETHERWOOD, T., WOOD, J. L., TOWNSEND, H. G., MUMFORD, J. A., & CHANTER, N. (1996.): Foal diarrhoea between 1991 and 1994 in the United Kingdom associated with *Clostridium perfringens*, rotavirus, *Strongyloides westeri* and *Cryptosporidium* spp. *Epidemiol Infect*, 117(2), 375.–383.
122. NEWTON, J. R., VERHEYEN, K., TALBOT, N. C., TIMONEY, J. F., WOOD, J. L., LAKHANI, K. H., & CHANTER, N. (2000.): Control of strangles outbreaks by isolation of guttural pouch carriers identified using PCR and culture of *Streptococcus equi*. *Equine Vet J*, 32(6), 515.–526.
123. NICOLETTI P. (2010.): Brucellosis: past, present and future. *Prilozi*, 31(1), 21.–32.
124. NOCERA, F. P., ATTILI, A. R., & DE MARTINO, L. (2021.): *Acinetobacter baumannii*: Its Clinical Significance in Human and Veterinary Medicine. *Pathogens*, 10(2), 127.
125. NORMANNO, G., CORRENTE, M., LA SALANDRA, G., DAMBROSIO, A., QUAGLIA, N. C., PARISI, A., GRECO, G., BELLACICCO, A. L., VIRGILIO, S., & CELANO, G. V. (2007.): Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in foods of animal origin product in Italy. *Int J Food Micro-biol*. 117(2), 219.–222.
126. OCHOLI R.A., BERTU W.J., KWAGA J.K.P., AJOGI I., BALE J.O., OKPARA J. (2004.): Carpal bursitis associated with *Brucella abortus* in a horse in Nigeria. *Vet. Rec.* 155: 566.–567.
127. OSTROWSKI, S.R., KUBISKI, S.V., PALMERO, J., REILLY, C.M., HIGGINS, J.K., COOK-CRONIN, S., TAWDE, S.N., CROSSLEY, B.M., YANT, P., CAZAREZ, R. & UZAL, F.A. (2012.): An outbreak of equine botulism type A associated with feeding grass clippings. *J of Vet Diag Invest*, 24, 601.–603.
128. OTOMURA, F.H., SANGIONI, L.A., PACHECO, R.C., LABRUNA, M.B., et al.. (2010.): Anti rickettsia-antibody for spotted fever group in horses and dogs in the North of Parana Stated, Brazil. *Arq Bras Med Vet Zootec* 62:761.–764.
129. PALMERO, J., PUSTERLA, N., CHERRY, N. A., KASTEN, R. W., MAPES, S., BOULOUIS, H. J., BREITSCHWERDT, E. B., & CHOMEL, B. B. (2012.): Experimental infection of horses with *Bartonella henselae* and *Bartonella bovis*. *J Vet Intern Med*. 26(2), 377.–383.
130. PAROLA, P., PADDOCK, C.D., SOCOLOVSCHI, C., LABRUNA, M.B., MEDIANNIKOV, O., KERNIF, T., ABDAD, M.Y., STENOS, J., BITAM, I., FOURNIER, P.E., RAOULT, D. (2013.): Update on tick-borne rickettsioses around the world: a geographic approach. *Clin Microbiol Rev.*, 657.-702.

131. PASSAMONTI, F., LEPRI, E., COPPOLA, G., SFORNA, M., CASAGRANDE PROIETTI, P., CHIODETTI, I., COLETTI, M., & MARENZONI, M. L. (2011.); Pulmonary rhodococcosis in a cat. *J Feline Med Surg.* 13(4), 283.–285.
132. PAVLIK, I., JAHN, P., DVORSKA, L., BARTOS, M., NOVOTNY, L., HALOUZKA, R. (2004.): Mycobacterial infections in horses: a review of the literature. *Veterinarni Medicina-UZPI (Czech Republic)*, 49, 427.–440.
133. PEEK, S. F., SEMRAD, S. D. (2002.): Clostridial myonecrosis in horses. *Equine Veterinary Education*, v.14, 207.-215.
134. POLKINGHORNE, A., GREUB, G. (2017.): A new equine and zoonotic threat emerges from an old avian pathogen, *Chlamydia psittaci*. *Clin Microbiol Infect.* (10):693.-694.
135. PUSTERLA, N., JONES, M. E., MOHR, F. C., HIGGINS, J. K., MAPES, S., JANG, S. S., SAMITZ, E. M., & BYRNE, B. A. (2008.): Fatal pulmonary hemorrhage associated with RTX toxin producing *Actinobacillus equuli* subspecies *haemolyticus* infection in an adult horse. *J Vet Diagn Invest.* 20(1), 118.–121.
136. PUSTERLA, N., LUTZ, H., BRAUN, U. (1998.): Experimental infection of four horses with *Ehrlichia phagocytophila*. *Vet Rec* 143:303.–305.
137. RAFEI, R., HAMZE, M., PAILHORIÈS, H., EVEILLARD, M., MARSOLLIER, L., JOLY-GUILLOU, M.L., DABBOUSSI, F., KEMPF M. (2015.): Extrahuman epidemiology of *Acinetobacter baumannii* in Lebanon. *Appl Environ Microbiol.* 81(7):2359.-2367.
138. RANGEL, J. M., SPARLING, P. H., CROWE, C., GRIFFIN, P. M., & SWERDLOW, D. L. (2005.): Epidemiology of *Escherichia coli* O157:H7 outbreaks, United States, 1982.-2002. *Emerg Infect Dis*, 11(4), 603.–609.
139. RAOULT, D., ROUX, V. (1997.): Rickettsioses as paradigms of new or emerging infectious diseases. *Clin Microbiol Rev.*, 694.-719.
140. RESTO-RUIZ, S., BURGESS, A., & ANDERSON, B. E. (2003.): The role of the host immune response in pathogenesis of *Bartonella henselae*. *DNA Cell Biol.* 22(6), 431.–440.
141. REUSS, S. M., CHAFFIN, M. K., & COHEN, N. D. (2009.): Extrapulmonary disorders associated with *Rhodococcus equi* infection in foals: 150 cases (1987–2007). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 235(7), 855.–863.

142. RICHARDS, M. J., EDWARDS, J. R., CULVER, D. H., & GAYNES, R. P. (1999.): Nosocomial infections in medical intensive care units in the United States. National Nosocomial Infections Surveillance System. *Critical care medicine*, 27(5), 887.–892.
143. RICHARDS, M. J., EDWARDS, J. R., CULVER, D. H., & GAYNES, R. P. (1999.): Nosocomial infections in pediatric intensive care units in the United States. National Nosocomial Infections Surveillance System. *Pediatrics*, 103(4), e39.
144. RIKIHISA, Y. (1991.): The tribe Ehrlichieae and ehrlichial diseases. *Clin Microbiol Rev* 4: 286.–308.
145. RODRIGUEZ-PALACIOS, A., BORGMANN, S., KLINE, T.R., LEJEUNE, J.T. (2013.): *Clostridium difficile* in foods and animals: history and measures to reduce exposure. *Anim Health Res Rev.* 14(1):11.-29.
146. ROSANOWSKI, S.M., ROGERS, C.W., COGGER, N., BENSCHOP, J., et al. (2012.): The implementation of biosecurity practices and visitor protocols on non-commercial horse properties in New Zealand, 85.–94.
147. RYCROFT, A.N., GARSIDE, L.H. (2000.): *Actinobacillus* species and their role in animal disease. *Vet J.* 159(1):18.-36.
148. SACK, A., OLADUNNI, F. S., GONCHIGOO, B., CHAMBERS, T. M., & GRAY, G. C. (2020.): Zoonotic Diseases from Horses: A Systematic Review. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 20(7), 484.–495.
149. SANDRA D. TAYLOR, W. DAVID WILSON (2006.): *Streptococcus equi* subsp. *equi* (Strangles) Infection, *Clinical Techniques in Equine Practice*, Volume 5, Issue 3, 211.-217.
150. SCHIMMER, B., DIJKSTRA, F., VELLEMA, P., SCHNEEBERGER, P. M., HACKERT, V., TER SCHEGGET, R., WIJKMANS, C., VAN DUYNHOVEN, Y., & VAN DER HOEK, W. (2009.): Sustained intensive transmission of Q fever in the south of the Netherlands, 2009. , *Euro Surveill.* 14(19), 19210.
151. SCHNEEBERG, A., NEUBAUER, H., SCHMOOCK, G., GROSSMANN, E., & SEYBOLDT, C. (2013.): Presence of *Clostridium difficile* PCR ribotype clusters related to 033, 078 and 045 in diarrhoeic calves in Germany. *Journal of medical microbiology*, 62(Pt 8), 1190.–1198.
152. SCHROEDER M. S. (2005.): *Clostridium difficile*--associated diarrhea. *Am Fam physician*, 71(5), 921.–928.

153. SCHUMACHER, L. L., BEARD, L. A., & NIETFELD, J. C. (2015.): Pathology in practice. A equuli infection. *J Am Vet Med Assoc.* 246(4), 415.–417.
154. SCHWABER, M. J., NAVON-VENEZIA, S., MASARWA, S., TIROSH-LEVY, S., ADLER, A., CHMELNITSKY, I., CARMELI, Y., KLEMENT, E., & STEINMAN, A. (2013.): Clonal transmission of a rare methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* genotype between horses and staff at a veterinary teaching hospital. *Vet Microbiol.* 162(2-4), 907.–911.
155. SCOTT, P.R. (2007.): Listeriosis. In: Aitken ID (ed) *Diseases of sheep.* 4th edn. Blackwell Publishing, Oxford, pp 255.–259.
156. SILAGHI, C., HAMEL, D., THIEL, C., PFISTER, K., PASSOS, L. M., & REHBEIN, S. (2011.): Genetic variants of *Anaplasma phagocytophilum* in wild caprine and cervid ungulates from the Alps in Tyrol, Austria. *Vector Borne Zoonotic Dis.* (4), 355.-362.
157. SKIRROW M. B. (1994.): Diseases due to *Campylobacter*, *Helicobacter* and related bacteria. *J Comp Pathol.*, 111(2), 113.–149.
158. SMITH G.W. (2019., 2020.): Actinobacillosis, Wooden Tongue, Department of Population Health and Pathobiology, College of Veterinary Medicine, North Carolina State University . <https://www.msdevetmanual.com/generalized-conditions/actinobacillosis/actinobacillosis>
159. SMITH M.C., SHERMAN D.M. (2009.): *Goat medicine.* 2nd edn. Wiley-Blackwell, Iowa
160. SNEDEKER, K. G., ANDERSON, M. E., SARGEANT, J. M., & WEESE, J. S. (2013.): A survey of Canadian public health personnel regarding knowledge, practice and education of zoonotic diseases. *Zoonoses public health.* 60(7), 519.–525.
161. SORENSEN, K., NEELY, D. P., GRAPPELL, P. M. & READ W. (1990.): Lyme disease antibodies in thoroughbred broodmares, correlation to early pregnancy failure. *Equine Veterinary Science* 10: 166.-168.
162. SPACH, D. H., & KOEHLER, J. E. (1998.): Bartonella-associated infections. *Infect Dis Clin North Am.* 12(1), 137.–155.
163. SPECK, D., KONETH, I., DIETHELM, M., & BINET, I. (2008.): A pulmonary mass caused by *Rhodococcus equi* infection in a renal transplant recipient. *Nat Clin Pract Nephrol.*, 4(7), 398.–403.
164. SPICKLER A. R. (2005.): Leptospirosis. <http://www.cfsph.iastate.edu/DiseaseInfo/factsheets.php>.



165. SPICKLER A. R. (2007.): Q fever. <http://www.cfsph.iastate.edu/DiseaseInfo/factsheets.php>
166. SPICKLER A. R. (2011.): Methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. <http://www.cfsph.iastate.edu/DiseaseInfo/factsheets.php>.
167. STEERE, A. C., COBURN, J., & GLICKSTEIN, L. (2004.): The emergence of Lyme disease. *J Clin Invest.* 113(8), 1093.–1101.
168. STERNBERG S. (2001.): Specific immune response of mares and their newborn foals to *Actinobacillus* spp. present in the oral cavity. *Acta Vet Scand.*, 42(2), 237.–242.
169. STEWART, A. J., HINCHCLIFF, K. W., SAVILLE, W. J., JOSE-CUNILLERAS, E., HARDY, J., KOHN, C. W., REED, S. M., & KOWALSKI, J. J. (2002.): *Actinobacillus* sp. bacteremia in foals: clinical signs and prognosis. *J Vet Intern*, 16(4), 464.–471.
170. STRAUSBAUGH, L. J., CROSSLEY, K. B., NURSE, B. A., & THRUPP, L. D. (1996.): Antimicrobial resistance in long-term-care facilities. *Infect Control Hosp Epidemiol.* , 17(2), 129.–140.
171. SWEENEY C.R., TIMONEY J.F., NEWTON J.R., HINES M.T. (2005.): *Streptococcus equi* infections in horses: guidelines for treatment, control, and prevention of strangles. *J Vet Intern Med.*
172. SZCZEPANIK, MARCIN, et al. (2006.): "Dermatophilosis in a horse-a case report." 619.
173. SZEREDI, L., HOTZEL, H., & SACHSE, K. (2005.): High prevalence of chlamydial (*Chlamydophila psittaci*) infection in fetal membranes of aborted equine fetuses. *Veterinary research communications*, 29 Suppl 1, 37.–49.
174. TAKAI S. (1997.): Epidemiology of *Rhodococcus equi* infections: a review. *Veterinary microbiology*, 56(3-4), 167.–176.
175. TALANIN, N. Y., DONABEDIAN, H., KAW, M., O'DONNELL, E. D., & ZAHER, A. (1998.): Colonic Polyps and Disseminated Infection Associated with *Rhodococcus equi* in a Patient with AIDS. *Clinical Infectious Diseases*, 26(5), 1241.–1242.
176. TAYLOR, L. H., LATHAM, S. M., & WOOLHOUSE, M. E. (2001.): Risk factors for human disease emergence. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 356(1411), 983.–989.

177. TELFER, B. L., MOBERLEY, S. A., HORT, K. P., BRANLEY, J. M., DWYER, D. E., MUSCATELLO, D. J., CORRELL, P. K., ENGLAND, J., & MCANULTY, J. M. (2005.): Probable psittacosis outbreak linked to wild birds. *Emerging infectious diseases*, 11(3), 391.–397.
178. TELFORD, S. R., 3RD, & WORMSER, G. P. (2010.): *Bartonella* spp. transmission by ticks not established. *Emerging infectious diseases*, 16(3), 379.–384.
179. THEEGARTEN, D., SACHSE, K., MENTRUP, B., FEY, K., HOTZEL, H., & ANHENN, O. (2008.): *Chlamydophila* spp. infection in horses with recurrent airway obstruction: similarities to human chronic obstructive disease. *Respiratory research*, 9(1), 14.
180. THOEN, C.O., STEELE, J.H. (1995.): *Mycobacterium bovis* Infection in Animals and Humans salmonelozia Iowa State University Press, Iowa, USA.
181. THOMAS J. DIVERS (2013.): Equine Lyme Disease, *Journal of Equine Veterinary Science*, Volume 33, Issue 7, 2013, Pages 488.-492.
182. TOLEDO, R. S., TAMEKUNI, K., FILHO, M. F., HAYDU, V. B., BARBIERI, A. R., HILTEL, A. C., PACHECO, R. C., LABRUNA, M. B., DUMLER, J. S., & VIDOTTO, O. (2011.): Infection by spotted fever rickettsiae in people, dogs, horses and ticks in Londrina, Parana State, Brazil. *Zoonoses and public health*, 58(6), 416.–423.
183. TOPINO, S., GALATI, V., GRILLI, E., & PETROSILLO, N. (2010.): *Rhodococcus equi* infection in HIV-infected individuals: case reports and review of the literature. *AIDS patient care and STDs*, 24(4), 211.–222.
184. TORRES, C., ALONSO, C. A., RUIZ-RIPA, L., LEÓN-SAMPEDRO, R., DEL CAMPO, R., & COQUE, T. M. (2018.): Antimicrobial Resistance in *Enterococcus* spp. of animal origin. *Microbiology spectrum*, 6(4), 10.1128/microbiolspec.ARBA-0032-2018.
185. TOZER, S. J., LAMBERT, S. B., STRONG, C. L., FIELD, H. E., SLOOTS, T. P., & NISSEN, M. D. (2014.): Potential animal and environmental sources of Q fever infection for humans in Queensland. *Zoonoses and public health*, 61(2), 105.–112.
186. TROUT FRYXELL, R. T., STEELMAN, C. D., SZALANSKI, A. L., BILLINGSLEY, P. M., & WILLIAMSON, P. C. (2015.): Molecular Detection of *Rickettsia* Species Within Ticks (Acari: Ixodidae) Collected from Arkansas United States. *Journal of medical entomology*, 52(3), 500.–508.

187. VAN DER KOLK, J. H., ENDIMIANI, A., GRAUBNER, C., GERBER, V., & PERRETEN, V. (2019.): Acinetobacter in veterinary medicine, with an emphasis on Acinetobacter baumannii. *J Glob Antimicrob Resist.* 16, 59.–71.
188. VAN DUIJKEREN, E., TEN HORN, L., WAGENAAR, J. A., DE BRUIJN, M., LAARHOVEN, L., VERSTAPPEN, K., DE WEERD, W., MEESSEN, N., & DUIM, B. (2011.): Suspected horse-to-human transmission of MRSA ST398. *Emerging infectious diseases*, 17(6), 1137.-1139.
189. VAN DUIJKEREN, E., VAN ASTEN, A. J., & GAASTRA, W. (2000.): Characterization of Escherichia coli isolated from adult horses with and without enteritis. *The veterinary quarterly*, 22(3), 162.–166.
190. VAN LOO, H., PARDON, B., DE SCHUTTER, P., DE BLEECKER, K., VANROMPAY, D., DEPREZ, P., & MARIS, J. (2014.): Detection of Chlamydia psittaci in Belgian cattle with signs of respiratory disease and milk drop syndrome. *The Veterinary record*, 175(22), 562.
191. VAN LOO, I. H., DIEDEREN, B. M., SAVELKOUL, P. H., WOUDEBERG, J. H., ROSENDAAL, R., VAN BELKUM, A., LEMMENS-DEN TOOM, N., VERHULST, C., VAN KEULEN, P. H., & KLUYTMANS, J. A. (2007.): Methicillin-resistant Staphylococcus aureus in meat products, the Netherlands. *Emerging infectious diseases*, 13(11), 1753.–1755.
192. VANDERHAEGHEN, W., HERMANS, K., HAESEBROUCK, F., & BUTAYE, P. (2010.): Methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA) in food production animals. *Epidemiology and infection*, 138(5), 606.–625.
193. VANROMPAY D., HARKINEZHAD T., VAN DE WALLE M., BEECKMAN D., VAN DROOGENBROECK C., VERMINNEN K., LETEN R., MARTEL A. & CAUWERTS K. (2007.): Chlamydia psittaci transmission from pet birds to humans. *Emerg. Infect. Dis.*, 13, 1108.–1110.
194. VENGUST, M., STAEMPFLI, H., & PRESCOTT, J. F. (2002.): Rhodococcus equi pleuropneumonia in an adult horse. *The Canadian Veterinary Journal*, 43(9), 706.–708.
195. VOSS, A., LOEFFEN, F., BAKKER, J., KLAASSEN, C., & WULF, M. (2005.): Methicillin-resistant Staphylococcus aureus in pig farming. *Emerging infectious diseases*, 11(12), 1965.–1966.
196. WAGENAAR, J. A., VAN BERGEN, M. A., BLASER, M. J., TAUXE, R. V., NEWELL, D. G., & VAN PUTTEN, J. P. (2014.): Campylobacter fetus infections in humans: exposure and disease. *Emerging infectious diseases*, 18(11), 1579.–1586.

197. WALLENSTEN, A., FREDLUND, H., & RUNEHAGEN, A. (2014.): Multiple human-to-human transmission from a severe case of psittacosis, Sweden, January-February 2013. *19(42)*, 20937.
198. WALLER A. S. (2013.): Strangles: taking steps towards eradication. *Veterinary microbiology*, 50.–60.
199. WALLER A.S., PAILLOT R., TIMONEY J.F. (2011.): Streptococcus equi: a pathogen restricted to one host. *J Med Microbiol.* 1231.-1240.
200. WEBB, K., JOLLEY, K. A., MITCHELL, Z., ROBINSON, C., NEWTON, J. R., MAIDEN, M., & WALLER, A. (2008.): Development of an unambiguous and discriminatory multilocus sequence typing scheme for the Streptococcus zooepidemicus group. 3016.–3024.
201. WEESE J.S. (2004.): Methicillin-resistant Staphylococcus aureus in horses and horse personnel. pp. 601.–613.
202. WEESE J.S., VAN DUIJKEREN E. (2010.): Methicillin-resistant Staphylococcus aureus and Staphylococcus pseudintermedius in veterinary medicine. *Vet Microbiol.* 140(3-4):418.-429.
203. WEESE, J. S., & LEFEBVRE, S. L. (2007.): Risk factors for methicillin-resistant Staphylococcus aureus colonization in horses admitted to a veterinary teaching hospital. *The Canadian veterinary journal = La revue veterinaire canadienne*, 48(9), 921.–926.
204. WEESE, J. S., ARCHAMBAULT, M., WILLEY, B. M., HEARN, P., KREISWIRTH, B. N., SAID-SALIM, B., MCGEER, A., LIKHOSHVAY, Y., PRESCOTT, J. F., & LOW, D. E. (2005.): Methicillin-resistant Staphylococcus aureus in horses and horse personnel, 2000.-2002. *Emerging infectious diseases*, 11(3), 430.–435.
205. WEESE, J. S., CALDWELL, F., WILLEY, B. M., KREISWIRTH, B. N., MCGEER, A., ROUSSEAU, J., & LOW, D. E. (2006.): An outbreak of methicillin-resistant Staphylococcus aureus skin infections resulting from horse to human transmission in a veterinary hospital. *Veterinary microbiology*, 114(1-2), 160.–164.
206. WEESE, J. S., JARLOT, C., & MORLEY, P. S. (2009.): Survival of Streptococcus equi on surfaces in an outdoor environment. *The Canadian veterinary journal = La revue veterinaire canadienne*, 50(9), 968.–970.

207. WERNER, G., COQUE, T. M., FRANZ, C. M., GROHMANN, E., HEGSTAD, K., JENSEN, L., VAN SCHAIK, W., & WEAVER, K. (2013.): Antibiotic resistant enterococcales of a drug resistance gene trafficker. *International journal of medical microbiology : IJMM*, 303(6-7), 360.–379.
208. WHITLOCK, G. C., ESTES, D. M., & TORRES, A. G. (2007.): Glanders: off to the races with *Burkholderia mallei*. *FEMS microbiology letters*, 277(2), 115.–122.
209. WILLIAMS L.P. JR. (1988.): *Campylobacteriosis*. *J Am Vet Med Assoc*.
210. WISPLINGHOFF, H., BISCHOFF, T., TALLENT, S. M., SEIFERT, H., WENZEL, R. P., & EDMOND, M. B. (2004.): Nosocomial bloodstream infections in US hospitals: analysis of 24,179 cases from a prospective nationwide surveillance study. *Clin Infect Dis*. 39(3), 309.–317.
211. World Health Organization (WHO) (2011b) Report of the second meeting of the Leptospirosis Burden epidemiology reference group
212. World Health Organization (WHO) (2013a) Zoonoses: anthrax. [http://www.who.int/vaccine\\_research/diseases/zoonotic/en/index1.html](http://www.who.int/vaccine_research/diseases/zoonotic/en/index1.html).
213. XIAO, M. et al. (2021.): Botanical Medicines With Activity Against Stationary Phase *Bartonella henselae*. *Infectious Microbes and Diseases*.
214. YAMSHCHIKOV, A. V., SCHUETZ, A., & LYON, G. M. (2010.): *Rhodococcus equi* infection. *The Lancet Infectious Diseases*, 10(5), 350.–359.
215. YELLE M. T. (1987.): Clinical aspects of *Streptococcus equi* infection. *Equine veterinary journal*, 19(2), 158.–162.
216. ZAHEER, R., COOK, S. R., BARBIERI, R., GOJI, N., CAMERON, A., PETKAU, A., POLO, R. O., TYMENSEN, L., STAMM, C., SONG, J., HANNON, S., JONES, T., CHURCH, D., BOOKER, C. W., AMOAKO, K., VAN DOMSELAAR, G., READ, R. R., & MCALLISTER, T. A. (2020.): Surveillance of *Enterococcus* spp. reveals distinct species and antimicrobial resistance diversity across a One-Health continuum. *Scientific reports*, 10(1), 3937.
217. ZORDAN, S., PRENGER-BERNINGHOFF, E., WEISS, R., VAN DER REIJDEN, T., VAN DEN BROEK, P., BALJER, G., & DIJKSHOORN, L. (2011.): Multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* in veterinary clinics, Germany. *Emerging infectious diseases*, 1751.–1754.

## 5. SAŽETAK

Zoonoze su zarazne bolesti zajedničke ljudima i nekim životinjskim vrstama. Specifično za njih je da se mogu prenositi sa životinja na ljude te obrnuto. Konkretni izvor širenja zoonoza su domaće i divlje životinje. Zoonoze su globalni javno zdravstveni problem te veterinari imaju ključnu ulogu u njihovom sprječavanju, suzbijanju i iskorjenjivanju.

Bakterijske zoonoze konja u ovom radu obuhvaćaju 27 bakterijskih uzročnika koji su do sada poznati kao zoonotski patogeni. Oni se prenose ingestijom, inhalacijom, ranama, ugrizima, kontaktom te preko vektora. Neki od njih se prenose samo s konja na čovjeka, dok se neki mogu dalje prenositi s čovjeka na drugog čovjeka.

Najizloženiji su ljudi koji provode puno vremena uz konje, npr. timaritelji, jahači, treneri, vlasnici konja, veterinari ili ljudi koji su u kontaktu s konjskim mesom, mlijekom i iznutricama poput mesara i radnika u klaonicama.

Klinička slika i patogenost ovisi od uzročnika do uzročnika, te unutar samih rodova, sojeva itd.. istih bakterijskih vrsta. Kao i kod ostalih zaraznih bolesti, najvažnija je profilaksa u sprječavanju širenja bakterija. Isto tako, važno je na vrijeme prepoznati bolest, potvrditi je dijagnostičkim metodama i krenuti s liječenjem koje se uglavnom sastoji od antimikrobne terapije, ako bakterija nije multirezistentna.

Samom uporabom antibiotika potiče se razvoj otpornosti bakterija na antimikrobne tvari, a takve bakterije dalje se šire u populaciji ljudi i životinja te okolišu. Antimikrobna rezistencija jedan je od najvećih javnozdravstvenih izazova današnjice.

Multidisciplinarnim pristupom, kakav je danas i podržan konceptom jednog zdravlja, može se osigurati optimalno sprječavanje pojave i širenja zoonoza te posljedično antimikrobne rezistencije.

Mnoge bakterijske zoonoze još uvijek nisu dovoljno istražene i ne zna se njihov ukupni utjecaj među ljudima i konjima.

**Ključne riječi:** konj, bakterijske zoonoze, čovjek, antimikrobna terapija, rezistencija

## 6. SUMMARY

### Bacterial zoonotic diseases from horses

Zoonoses are infectious diseases common to humans and some animal species. The specific thing about them is that they can be transmitted from animals to humans and vice versa. The concrete source of the spread of zoonoses are domestic and wild animals. Zoonoses are a global public health problem, and veterinarians have a key role in their prevention, suppression and eradication.

Bacterial zoonoses of horses in this paper include 27 bacterial agents that are known as zoonotic pathogens. They are transmitted by ingestion, inhalation, wounds, bites, contact and via vectors. Some of them are only transmitted from horse to human, while some can be further transmitted from human to human.

The most exposed are people who spend a lot of time with horses, eg. groomers, riders, trainers, horse owners, veterinarians or people who come into contact with horse meat, milk and offal such as butchers and slaughterhouse workers.

The clinical picture and pathogenicity depends on the causative agent, within the genera, strains etc. As with other infectious diseases, prophylaxis is the most important in preventing the spread of bacteria. Likewise, it is important to recognize the disease in time, confirm it with diagnostic methods and start treatment, which mainly consists of antimicrobial therapy, if the bacteria is not multiresistant.

The very use of antibiotics encourages the development of bacterial resistance to antimicrobial substances, and such bacteria continue to spread in the human and animal population and in the environment. Antimicrobial resistance is one of the biggest public health challenges of today.

With a multidisciplinary approach, as supported today by the concept of one health, optimal prevention of the occurrence and spread of zoonoses and, consequently, antimicrobial resistance can be ensured.

Many bacterial zoonoses are still not sufficiently researched and their overall impact among humans and horses is unknown.

**Key words:** horse, bacterial zoonoses, human, antimicrobial therapy, resistance

## 7. ŽIVOTOPIS

Rođen sam 29. kolovoza 1997. godine u Čakovcu. Pohađao sam Prvu osnovnu školu Čakovec, a zatim Prvu gimnaziju Varaždin, smjer dvojezična gimnazija. Maturirao sam 2016. godine i po završenom srednjoškolskom obrazovanju upisao sam integrirani preddiplomski i diplomski studij veterinarske medicine na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Ljeto prije početka studija proveo sam radeći na imanju preponskih konja u Meckenheimu kao timaritelj i jahač. Tijekom studija volontirao sam na Klinici za unutarnje bolesti na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Trenutno radim u trgovini za kućne ljubimce kao prodavač i savjetnik.