

Prijenos uzročnika bolesti na sučelju divlje životinje – domaće životinje: pregled dosadašnjih spoznaja i osvrt na stanje u Hrvatskoj



Transmission of pathogens and the wildlife-livestock interface: an overview of the current knowledge and status in Croatia

Konjević*, D., M. Bujanić, D. Želježić, M. Jandrilović, T. Jelić

Sažetak

66

Sučelje divlje životinje – domaće životinje naziv je za površine (staništa) koja istodobno dijele divlje i domaće životinje. Iako je ovaj pojam prisutan od prvih udomaćivanja životinja, u posljednje je vrijeme od sve veće važnosti, posebno zbog fragmentacije staništa, širenja naselja i sve češćeg kontakta domaćih i divljih životinja. Danas se ovaj međudnos dijeli na tri tipa sukoba: odnos grabežljivac – plijen, kompetitivni odnos prema hrani i prijenos uzročnika bolesti, kojima možemo dodati i problem hibridizacije. U slučaju prijenosa uzročnika bolesti moguć je prijenos otprije poznatih uzročnika, ali i novih, na koje životinje na tim područjima nisu priviknute. U tim slučajevima može doći do pada brojnosti domaćina, pa čak i do lokalnog nestanka pojedinih vrsta. U ovom je radu dan prikaz štenećaka u lavova na području Serengetija, afričke svinjske kuge u Europi i metiljavosti na našim područjima. Pritom je moguće raspravljati o širenju uzročnika bolesti s divljih na domaće životinje i obrnuto, o mogućoj zaštitnoj ulozi određenih vrsta, modifikacijama uzročnika i prelasku međuvrsne barijere. U svakom slučaju, sučelje divlje životinje – domaće životinje dinamična je sredina unutar koje dolazi do razmjene uzročnika, i uobičajenih i novih za određeno područje. Posebnu pozornost pritom treba obratiti na ugrožene vrste domaćih i divljih životinja, ali i na veterinarsko javno zdravstvo. Problematika ovog odnosa složena je i zahtijeva individualni pristup radi što kvalitetnijeg gospodarenja/upravljanja divljim, ali i gospodarenja domaćim vrstama.

Ključne riječi: sučelje divlje životinje – domaće životinje, prijenos uzročnika bolesti, veterinarsko javno zdravstvo, zaštita vrsta

Abstract

The wildlife-livestock interface is the name given to areas (habitats) simultaneously shared by wild and domestic animals. Although this concept has been present since the first domestication of animals, it has recently

Dr. sc. Dean KONJEVIĆ, dr. med. vet., red. prof., Dipl. ECZM, Zavod za veterinarsku ekonomiku i epidemiologiju, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu; dr. sc. Miljenko BUJANIĆ, dr. med. vet., Znanstveno-nastavni poligon Črnovšćak, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Darko ŽELJEŽIĆ, dr. med. vet., Hrvatski veterinarski institut, Zagreb; Matija JANDRILOVIĆ, dr. med. vet., Veterinarska stanica Bjelovar, Bjelovar; Tomislav JELIĆ, univ. mag. med. vet., Veterinarska stanica Županija d.o.o., Županija. Dospisni autor: dean.konjevic@vef.unizg.hr

gained greater significance due to habitat fragmentation, the expansion of settlements, and the increasing contact between domestic and wild animals. Today, this interrelationship is divided into three main categories: the predator-prey relationship, the competitive relationship for food, and the transmission of pathogens, to which we can add the problem of hybridization. In the case of pathogen transmission, it is possible to distinguish between transmission of previously known pathogens, and that of new agents to which the animals in these areas are not accustomed. In the latter case, this may result in a decline in the host populations, and even in the local disappearance of certain species. This paper presents an overview of a canine distemper outbreak in Serengeti lions, the occurrence of African swine fever in Europe, and trematodes in Croatia. In these cases, it is possible to discuss the spread of pathogens from wild to domestic animals and vice versa, the potentially protective role of certain species, the modification of agents, and the crossing of the interspecies barrier. It is very clear that the wildlife - livestock interface represents a dynamic environment within which the exchange of pathogens occurs, both those that are well-known and new ones for that specific habitat. Special attention should be paid to endangered species of domestic and wild animals, but also to veterinary and public health. The issues involved in this relationship are complex and require an individual approach, with the aim of improving the management of both wild and domestic species.

Key words: wildlife-livestock interface, transmission of pathogens, veterinary-public health, species conservation

Uvod

Pojam sučelje divlje-domaće životinje (engl. *wild-life-livestock interface*) označuje područje na kojemu dolazi do interakcija između divljih i domaćih životinja, odnosno područje koje ove skupine životinja dijele i na njima zajednički borave. Često je ovaj pojam nadopunjen i ljudima (engl. *human-wildlife-livestock*). Iako se ovaj pojam u posljednje vrijeme sve češće spominje u stručnoj i znanstvenoj literaturi, on u načelu nije novina i postoji od trenutka kada je započelo prvo udomaćivanje životinja. Kao što je i za očekivati, zajedno s nastankom ovih interakcija nastali su i do danas opstali i brojni „sukobi“ među uključenim stranama (VerCauteren i Breck, 2024.). Pritom pod pojmom „sukobi“ podrazumijevamo prije svega potencijalni odnos grabežljivac – plijen, kompeticiju za hranom i potencijalni prijenos uzročnika bolesti (Nyhus, 2016.; Mekonen, 2020.; VerCauteren i Breck, 2024.). Ovdje treba navesti i da bi u našem govornom području naziv *problematika* možda bio prikladniji od izravnog prijevoda engleskog naziva *conflicts*. Kada se razmatra na kojim dionicima ovoga odnosa nastaje šteta, često je moguće naći tvrdnju da jedino odnos grabežljivac – plijen uključuje isključivo utjecaj divljih mesojeda (divljih životinja) na domaće životinje, odnosno da predstavlja jednostrani odnos. Ipak, pogledamo li ovaj problem sa šireg stajališta, smatramo kako je ispravnije reći da je u svim ovim odnosima moguć nastanak štetnih događaja i na jednoj i na drugoj skupini životinja. Konačno, danas svakako ne smijemo zaboraviti i utjecaj međusobnog parenja domaćih i divljih životinja na očuvanje zavičajne divlje faune i istinske bioraznolikosti, što postaje sve veći problem gospodarenja/upravljanja divljim vrstama.

Kada govorimo o odnosu grabežljivac – plijen, u Republici Hrvatskoj najčešće se misli na štete na domaćim životinjama uzrokovane sivim vukom (*Canis lupus*). Tako su primjerice Octenjak i suradnici (2020.) analizirali sadržaj želudca 42 vuka te ustanovili razlike u udjelu domaćih i divljih životinja u prehrani vukova ovisno o regiji Republike Hrvatske, što je povezano s brojem stoke i dostupnošću domaćih i divljih životinja, ali u konačnici i s rasprostranjenošću vukova. Tako je najveći udio stoke u prehrani vukova utvrđen u južnoj Hrvatskoj, s kozama i konjima kao najčešćim plijenom. Sličan raspored po regijama utvrdili su i Kelava Ugarković i suradnici (2023.), a izvijestili su o 13 359 zabilježenih napada vukova na stoku, pri čemu je 19 111 grla stoke uginulo, a 4 634 grla ozlijeđena su u razdoblju od 2010. do 2020. godine. Znatno manje napada utvrđeno je od strane medvjeda (*Ursus arctos*) (Hipólito i sur., 2018.), ali i od manjih grabežljivaca poput čagljeva (*Canis aureus*), lisica (*Vulpes vulpes*), kuna (*Martes spp.*) i sl., iako oni nisu službeno zabilježeni u stručnim i znanstvenim člancima. Kada smo prethodno naveli da i ovaj odnos može biti dvosmjernan, mislili smo ponajprije na utjecaj domaćih mačaka i pasa na divlju faunu koji je danas u svijetu rastući problem (Young i sur., 2011.; Loss i sur., 2022.).

Glede kompeticije za hranom, treba naglasiti da je ovakvih primjera u globalnim razmjerima mnogo te da su oni u pravilu manje izraženi ako u prirodi postoji dostatna količina hrane. U uvjetima s manjim količinama hrane kompeticija može imati i ozbiljan učinak, i to primarno na divlje životinje. U našim uvjetima rijetko dolazi do ovoga tipa sukoba. Ipak, i danas je ponegdje moguće vidjeti nomadsko stočarenje ili, kako se to još naziva, pašarenje i žirenje.

Jedan od primjera jest nomadsko držanje ovaca pri čemu tijekom kretanja površinama u vlasništvu različitih vlasnika ovce mogu pojesti gotovo sve žitarice koje zaostaju na poljima nakon žetve, a koje su iskreno znatan izvor hrane za divljač (srnu običnu, jelena običnoga, divlju svinju i jazavca). Slično je i sa svinjama, koje su tijekom žirenja kompetitor divljoj svinji, ali i nose rizik od hibridizacije.

Konačno, treba imati na umu da nisu svi oblici interakcija negativni te da neki od njih mogu imati i pozitivan utjecaj. Tako primjerice veliki biljojedi (krave, konji) mogu pašom utjecati na održavanje krajobrazza, a samim time i na podržavanje boljih životnih uvjeta za velik broj različitih vrsta životinja, poglavito kukaca i ptica (Teague i sur., 2016.). To je posebno važno zbog depopulacije planinskih krajeva, ali i nestanka divljih velikih biljojeda, poput europskog bizona (*Bison bonasus*). Zaključno, razliku u činjenici hoće li pojedini međuodnos imati pozitivan ili negativan utjecaj, čine brojni čimbenici, poput gubitka i fragmentacije staništa, intenzifikacije poljoprivredne ili stočarske proizvodnje i sl. U svakom slučaju, svi ovi odnosi složene su prirode i zahtijevaju temeljito proučavanje s ciljem donošenja konačnih zaključaka i predlaganja modela gospodarenja/upravljanja divljim životinjama ili uzgoja i držanja domaćih životinja.

Prijenos uzročnika bolesti

Treći, a nama u ovome kontekstu i najzanimljiviji dio interakcija, jesu mogući prijenosi uzročnika bolesti između divljih i domaćih životinja. Tumačenja tko je za koga izvor bolesti različita su i mijenjaju se s vremenom. Tako su nekada glavnim rezervoarima uzročnika bolesti opisivane divlje životinje. O promjeni ovoga stava možemo vidjeti i u radu Morand (2020.), koji govori da je porast brojnosti stoke istaknut kao jedan od čimbenika rizika za prijenos uzročnika bolesti na divlje životinje. Takav porast broja u današnjim uvjetima narušenih ekosustava postaje i jedan od uzroka sve većeg broja ugroženih vrsta divljih životinja. Ipak, nije sve tako crno. Naime, u određenim slučajevima neka vrsta životinja može imati i zaštitni učinak za drugu, o čemu ćemo govoriti kasnije.

Treba istaknuti i da sam pojam rezervoara bolesti, prema hrvatskom strukovnom nazivlju (STRU-NA), znači 'populacija organizama ili specifični okoliš u kojemu patogen živi i razmnožava se, ili o kojemu ovisi'. Pokojni profesor Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu Ivan Zaharija (1968.) definira rezervoare bolesti kao **divlje životinje** u kojima se uzročnik održava u prirodi, poput održavanja virusa slinavke i šapa u kafarskim bivolima (*Syncerus*

caffer) u Africi. Haydon i suradnici (2002.) definiraju rezervoare kao „jednu ili više epidemiološki povezanih populacija ili okoliš u kojemu se uzročnik bolesti može trajno održavati i otkuda se može prenijeti na određenu ciljnu populaciju". Katkad se ovim definicijama dodaje i to da rezervoari uzročnika u pravilu ne pokazuju klinički vidljive simptome bolesti. Bilo kako bilo, tijekom povijesti rezervoarima bolesti uglavnom su nazivane divlje životinje, što je među ostalim temeljeno i na ekonomskoj i društvenoj važnosti stoke. Za razliku od takvoga stava, u novije vrijeme se pojavljuju radovi u kojima se rezervoarima uzročnika opisuju domaće životinje, a u nekim se slučajevima govori i o međusobnom prijenosu uzročnika. To dolazi od činjenice da se za neke bolesti nije uspjelo dokazati potječu li od divljih ili domaćih životinja. U skladu s tim, definiranje pojma rezervoar treba uzeti s oprezom i pažljivije tumačiti. Upravo u tom smjeru idu i Halmaier-Wacker i suradnici (2017.) koji govore da za ispravnu upotrebu pojma „rezervoar uzročnika bolesti" prvo treba dokazati održavanje uzročnika u tom domaćinu, kao i mogućnost prijenosa na druge prijemljive organizme. Sve to govori da samo etiketiranje neke vrste kao rezervoara bolesti nije tako jednostavno te da je potrebno raspolagati većim skupom podataka.

Kao što je i očekivano, na površinama koje zajednički koriste različite vrste divljih i domaćih životinja moguć je prijenos različitih uzročnika bolesti koji se inače pojavljuju kod ovih vrsta domaćina te, što je mnogo važnije, prijenos uzročnika bolesti u nove domaćine bez prethodnog kontakta s uzročnikom. U drugom slučaju moguća su dva scenarija, prvi je da uzročnik ne uzrokuje bolest u novom domaćinu i jednostavno prestaje njegov prijenos (tip domaćina „slijepe ulice") ili drugi, kada uzročnik uzrokuje bolest i dalje se prenosi, pri čemu se može pojaviti i veće izbijanje bolesti s potencijalnim visokim pomorom, a time i povećanim rizikom, posebno za ugrožene vrste životinja (Daszak i sur., 2000.).

Iako se na sučelju divlje životinje – domaće životinje prenosi čitav niz potencijalnih uzročnika bolesti (Tablica 1.), među kojima većina i nema znatniji utjecaj na zdravlje životinja, u daljnjem dijelu teksta navest ćemo neke od poznatijih slučajeva, pokušavajući obuhvatiti prijenos uzročnika bolesti s domaćih na divlje životinje i obrnuto, ali i međusobni prijenos s eventualnim zaštitnim učinkom.

Štenećak

Štenećak je kontagiozna zarazna bolest različitih vrsta životinja (koje osim mesojeda uključuju i pande, majmune, ljenjivce i sl.), a uzrokovana je RNA

Tablica 1. Popis pet najvažnijih bolesti prenošenih na sučelju divlje-domaće životinje. Preuzeto iz: Wiethoelter i sur., 2015.

| Divlje životinje | Domaće životinje | Popis pet najvažnijih bolesti |
|------------------|------------------|---|
| ptice | perad | ptičja gripa, newcastleska bolest, salmoneloza, klamidioza, poksvirusna infekcija |
| | goveda | salmoneloza, babezioza, leptospiroza, bruceleza, tuberkuloza |
| | mali preživači | salmoneloza, klamidioza, fascioloza, ptičja gripa, <i>louping ill</i> |
| | svinje | salmoneloza, ptičja gripa, trihinelozna, cisticerkoza, leptospiroza |
| | konji | bolest Zapadnog Nila, encefalitis konja, salmoneloza, piroplazmoza, bjesnoća |
| papkari | perad | salmoneloza, toksoplazmoza, trihinelozna, tuberkuloza, pastereloza |
| | goveda | tuberkuloza, bruceleza, zarazna korica, slinavka i šap, tajlerioza |
| | mali preživači | zarazna korica, paratuberkuloza, bjesnoća, ehinokokoza, bruceleza |
| | svinje | trihinelozna, klasična svinjska kuga, afrička svinjska kuga, bruceleza, toksoplazmoza |
| | konji | bjesnoća, trihinelozna, anaplazmoza, ehinokokoza, toksoplazmoza |
| mesojedi | perad | ptičja gripa, bjesnoća, salmoneloza, toksoplazmoza, trihinelozna |
| | goveda | bjesnoća, tuberkuloza, ehinokokoza, leptospiroza, salmoneloza |
| | mali preživači | bjesnoća, ehinokokoza, leptospiroza, cisticerkoza, toksoplazmoza |
| | svinje | trihinelozna, bjesnoća, ehinokokoza, leptospiroza, toksoplazmoza |
| | konji | bjesnoća, trihinelozna, leptospiroza, ehinokokoza, salmoneloza |
| glodavci | perad | salmoneloza, ptičja gripa, toksoplazmoza, newcastleska bolest, bjesnoća |
| | goveda | leptospiroza, bjesnoća, tripanosomoza, salmoneloza, sura |
| | mali preživači | bjesnoća, toksoplazmoza, leptospiroza, tripanosomoza, Q-groznica |
| | svinje | trihinelozna, leptospiroza, toksoplazmoza, salmoneloza, bjesnoća |
| | konji | bjesnoća, sura, leptospiroza, venecuelanski encefalomijelitis konja, lišmanioza |
| šišmiši | perad | bjesnoća, ptičja gripa, japanski encefalitis, newcastleska bolest, toksoplazmoza |
| | goveda | bjesnoća, sura, leptospiroza, virusni proljev goveda, slinavka i šap |
| | mali preživači | bjesnoća, Q-groznica, sura, leptospiroza, toksoplazmoza |
| | svinje | bjesnoća, Nipah encefalitis, japanski encefalitis, sura, toksoplazmoza |
| | konji | bjesnoća, Hendra, sura, lišmanioza, venecuelanski encefalomijelitis konja |

Preuzeto iz: Wiethoelter i sur., 2015.

virusom iz porodice Paramyxoviridae i roda *Morbilivirus*. U pogledu bolesti koje se prenose na sučelju divlje životinje – domaće životinje – ljudi, štenećak je vrlo dobar primjer, zbog mogućeg preskakanja vrsne barijere, ali i uzrokovanja teških oblika bolesti u ugroženih vrsta, poput nekih vrsta tuljana. Štoviše, zbog dokazanog prijenosa na majmune u svijetu postoji i bojazan da bi ovaj virus mogao dobiti i zoonotski karakter. U kontekstu preskakanja vrsne barijere zanimljivo je spomenuti da jedna od pretpostavki o podrijetlu ovoga virusa u pasa govori da je nastao od virusa ospica ljudi koji je s njih prešao na pse i prilagodio se tijekom njihova udomaćivanja (Uhl i sur., 2019.; Wilkes, 2023.). Uporište u tome znanstvenici pronalaze među ostalim i u pojavi štenećaku slične bolesti u pasa u Južnoj Americi. Do ove pojave štenećaka u pasa došlo je usporedno s pojavom ospica među domaćim stanovništvom, a koje su na njih prenijeli španjolski osvajači. Ne treba ni naglašavati da je za tadašnje zavičajno stanovništvo Južne Amerike ovo bio sasvim novi virus, bez postojeće povezanosti s tamošnjim ljudima ili životinjama. Jedna od poznatijih epizootija štenećaka u divljih životinja jest fatalna epizootija u lavova (*Panthera leo*) koja se pojavila tijekom 1994. godine na području Serengetija (Roelke-Parker i su., 1996.). Tijekom ove epizootije gotovo je trećina populacije lavova u Serengetiju (oko 1000 jedinki) uginula, a zanimljivo je i da je do kolovoza 1996. godine oko 84 % populacije već imalo protutijela (Roelke-Parker i sur., 1996.). Zanimljivo je da je tada prevladavajuće mišljenje bilo da velike mačke, a time i lavovi, nisu prijemljivi na ovaj virus (Harder i sur., 1995.). Ipak, nedugo nakon toga bilo je jasno da je štenećak bolest različitih vrsta životinja, pa i velikih mačaka (Harder i Osterhaus 1997.; Swinton i sur., 1998.; Leisewitz i sur., 2001.). Upravo je u tome i najveća zanimljivost ove priče sa stajališta zajedničkog boravka različitih vrsta na istim površinama. U skladu s tim, razmotrit ćemo epizootiju u Serengetiju sa stajališta različitih izvora i novijih epidemioloških spoznaja.

Naime, s obzirom na to da su psi glavni domaćini ove bolesti te da otprilike polovica slučajeva infekcije u pasa prolazi bez klinički vidljivih simptoma, uglavnom se mislilo da je tijekom spomenute epizootije ovaj virus prešao s pasa na lavove. Naime, kako je porasla populacija pasa u tome području, tako je došlo i do epizootije štenećaka među njima. Budući da su na istom području boravili i lavovi, smatralo se da su upravo zaraženi psi bili izvor štenećaka za lavove i hijene (*Crocuta crocuta*) (Cleveland i sur., 2000.; Osterhaus, 2001.). Ipak, ispostavilo se da ovo nije bio prvi kontakt lavova s virusom štenećaka te da tijekom prijašnjih kontakata s virusom nije doš-

lo do razvoja klinički vidljive bolesti (Guiserix i sur., 2007.). Jedno od mogućih objašnjenja razlika u odnosu prema virusu tijekom prvog i drugog kontakta te eventualnog izbijanja bolesti ili ne, ponuđeno je od Guiserix i suradnika (2007.). Prema njima je fluktuacija u takozvanoj „imunosti krda“ jedan od mogućih razloga pojave klinički vidljive bolesti. Zaključak temelje i na činjenici da je populacija lavova već bila u kontaktu s virusom negdje tijekom 1980-tih, ali je naknadno došlo do pada imunosti zbog rijetkog kontakta s virusom. Promjena u razmišljanju nastala je desetak godina poslije, kada su Nikolin i suradnici (2017.) ustvrdili da je virus štenećaka izdvojen iz lavova i hijena filogenetski različit od sojeva izdvojenih iz domaćih i divljih pripadnika porodice pasa (domaći pas, afrički divlji pas (*Lycaon pictus*), crnoleđi čagalj (*Lupulella mesomelas*), dugouha lisica (*Otocyon megalotis*)). Time bi se zapravo moglo zaključiti da izvor virusa za lavove i hijene ipak nisu bili psi. No kako bi se ova složena situacija sagledala u cijelosti, bilo je potrebno promotriti pojavu virusa štenećaka na ovim područjima kroz povijest, kao i provesti epidemiološku analizu izbijanja bolesti tijekom 1994. godine. Naime, Weckworth i suradnici (2020.) u detaljnoj su analizi naveli da hijene i lavovi nisu imali kontakt s virusom štenećaka čak ni 13 godina prije epizootije 1994. godine. Za razliku od njih, lokalni domaći psi bili su pozitivni i u Serengetiju i na području Parka Masai Mara (Cleveland i sur., 2000.). Osim toga, tijekom epizootije u pasa zabilježen je i znatan pad brojnosti dugouhe lisice i crnoleđih čagljeva, dok je populacija afričkih divljih pasa mjestimično u potpunosti nestala (Alexander i Appel, 1994.). Epidemiološki gledano, vrlo je vjerojatno došlo do pojedinačnih prijenosa uzročnika iz populacije pasa u populacije lavova i hijena, s obzirom na gensku različitost sojeva u pasa i onih u drugih vrsta. Nakon toga, pretpostavka je da je došlo do prilagodbe virusa na nove domaćine i pojave klinički vidljive bolesti. Zanimljivo, nešto kasnije došlo je do pojave bolesti u pasa i na području rezervata Ngorongoro te, iako se predmnijevalo da je došlo do povratka uzročnika s lavova i hijena na pse, molekularno datiranje u spomenutoj epidemiološkoj analizi pokazalo je da je zajednički predak ovih sojeva (različitih) postojao gotovo 1,5 godinu prije pojave bolesti u pasa, što upućuje na vjerojatno širenje iz populacija drugih vrsta pasa. Također treba istaknuti da je i prije 1992. godine opisano nekoliko slučajeva klinički vidljivog štenećaka u velikih mačaka u zatočeništvu. Doduše, ovdje treba imati na umu da su velike mačke u zatočeništvu ipak pod određenim dugotrajnim stresom, što uz moguće neadekvatne uvjete držanja i hranidbe znatno podiže prijemljivost za bolest.

U skladu sa svime navedenim, prema novijim podacima očito je da je u određenom trenutku došlo do ograničenog prijenosa virusa štenećaka s pripadnika porodice pasa na lavove i hijene. Kasnija istraživanja utvrdila su pojavu čak sedam mutacija virusa, što je dovelo do konačne potpune razlike između sojeva utvrđenih u psima i onih u drugim vrstama (Nikolin i sur., 2017.; Weckworth i sur., 2020.). Osim toga, pojava klinički vidljive bolesti u hijena nekoliko mjeseci prije negoli u lavova upućuje na potencijalnu ulogu hijena u prijenosu uzročnika bolesti.

Ovim slijedom događaja prikazan je prijenos uzročnika bolesti na zajedničkim površinama, i to u ovom slučaju s domaćih na divlje životinje. Također je utvrđena i modifikacija virusa i njegova prilagodba drugim vrstama, koje su u načelu opisivane kao otporne ili one koje rijetko poboljšavaju. Posebno je zanimljiv utjecaj na afričke divlje pse, vrstu označenu kao ugroženu prema IUCN-u, gdje je čak došlo do njihova lokalnog nestanka. Sa stajališta upravljanja lavovima i hijenama, isprva je zaključeno da treba raditi na sprječavanju njihova kontakta s domaćim psima, da bi se u novije vrijeme prihvatio pristup da kontaktom (prije pojave epizootije) lavovi i hijene mogu steći određenu imunost, koja im može koristiti tijekom izbijanja bolesti u pasa. Sličnu modifikaciju uzročnika s pojavom novog genotipa virusa utvrdili su i Pope i suradnici (2016.) u rakuna (*Procyon lotor*) i sivih lisica (*Urocyon cinereoargenteus*) u Sjedinjenim Američkim Državama, što govori u prilog mogućnostima prilagodbe ovoga virusa novim domaćinima. Na području Europe virus štenećaka utvrđen je u iberijskog vuka (*Canis lupus signatus*), sivog vuka (*Canis lupus*), smeđeg medvjeda (*Ursus arctos*), američkog minka (*Neovison vison*), kune bjelice (*Martes foina*), jazavca (*Meles meles*), tvora (*Mustela putorius*), rakuna i drugih vrsta (Wipf i sur., 2025.). U nas je pak opisan slučaj štenećaka u mladunčadi sibirskog tigra (*Panthera tigris altaica*) u zagrebačkom zoološkom vrtu (Konjević i sur., 2011.a). Ovaj je slučaj završio smrtno za dva od tri mladunca. Zaključno, virus štenećaka ostaje potencijalna prijetnja ugroženim vrstama divljih životinja, primarno na površinama koje dijele s domaćim mesojedima.

Afrička svinjska kuga

Afrička svinjska kuga (ASK) zarazna je bolest domaćih i divljih svinja sa smrtnošću do čak 100 %. Ovakav ishod bolesti ne odnosi se na afričke vrste svinja, poput bradavičaste svinje (*Phacochoerus africanus*) koja ne obolijeva, ali širi uzročnika. Uzročnik je bolesti DNA virus iz porodice Asfarviridae (Galindo i Alonso, 2017.). Virus ASK-a pojavljuje se u 24

genotipa, koji su međusobno različiti, što uključuje i razlike u virulentnosti i, naravno, ishodu bolesti. Tako je prva epizootija u Europi oko polovice prošloga stoljeća uzrokovana genotipom I, dok je ova trenutna (od 2007. godine), uzrokovana genotipom II (Qu i sur., 2022.). Što se tiče prijenosa uzročnika, nužno je napomenuti kako se virus širi različitim putevima, ali i da je primaran način širenja krpeljima nastambe iz roda *Ornithodoros* (Penrith i sur., 2004.). Kako ovi krpelji nisu prisutni na cijelom području Europe, a među ostalim ni kod nas, očito je da su virusu potrebni i drugi načini prijenosa, pa je tako poznato da se virus ASK-a širi i izravnim i neizravnim kontaktom. U Europi se redovito kao rezervoar bolesti za domaće svinje navodi divlja svinja (*Sus scrofa*), iako je do danas njezina uloga u epidemiologiji ove bolesti još uvijek nedostatno razjašnjena. Tako je i tijekom prve i tijekom druge epizootije u Europi došlo do izrazitog pomora divljih svinja za vrijeme prvog vala bolesti, što upućuje na činjenicu da je bolest izrazito smrtonosna za divlje svinje (Bech Nielsen i sur., 1995.), a to ih prema velikom broju autora čini lošim prijenosnicima bolesti. Uvažavajući spomenutu raspodjelu krpelja iz roda *Ornithodoros* u Europi, u poseban fokus glede prijenosa uzročnika došao je sasvim drugi epidemiološki ciklus. On uključuje prijenos i održavanje uzročnika među divljim svinjama, ali i unutar okoliša (Chenais i sur., 2019.). Upravo je takav ciklus zanimljiv i sa stajališta ove rasprave, jer ima izravan utjecaj na prijenos uzročnika s divljih na domaće svinje i obrnuto. Kolika je stvarna uloga domaćih, a kolika divljih svinja u ovome ciklusu, tek treba provjeriti. Naime, ASK je u divljih svinja do sada opisan kao izrazito teška bolest, što znatno otežava izravan prijenos uzročnika s bolesne na prijemljivu jedinku. To je lako razumljivo ako znamo da društvene životinje (životinje krda, čopora ili jata) uglavnom ne toleriraju bolesne životinje (posebno teže oboljele) u svojoj blizini te ih protjeruju, čime smanjuju mogućnost međusobnog kontakta i prijenosa bolesti na ostale jedinke. Osim toga, i same bolesne životinje često imaju poremećaje središnjeg živčanog sustava te zanemaruju svoju okolinu i čak se ne trude u potpunosti biti uz krdo. Obje ove značajke smanjuju mogućnost međusobnog kontakta, a time i prijenosa uzročnika među većim dijelom divljih svinja na nekom području. Također, divlje svinje žive u krdima koja se nerado miješaju, tako da klasična definicija gustoće populacije po jedinici površine gubi svoj puni smisao. Drugim riječima, utjecaj gustoće populacije na širenje bolesti među divljim svinjama tek treba razjasniti. Tako su primjerice Pepin i suradnici (2019.) putem prostornog modeliranja zaključili da je za održavanje bolesti potrebna gustoća populacije

divljih svinja od jednog grla po četvornom kilometru. Ipak, ovdje treba naglasiti da govorimo o broju jedinici po jedinici površine, dakle 1 svinja na 1 km². Iako je medicinski gledano sasvim razumljivo da veći broj prijemljivih jedinica istodobno znači i lakši prijenos bolesti, treba istaknuti da mi ovdje ne isključujemo ulogu veće populacije divljih svinja u održavanju bolesti, ali ukazujemo na činjenicu da realno u staništu znači da će na nekim područjima gustoća divljih svinja biti i 0/km², upravo zbog njihova načina života. I to je, uz navedene čimbenike vezane uz težinu bolesti, jedan od razloga zašto se ASK u divljih svinja širi brzinom od svega 0,2 do oko 3 km mjesečno, ovisno o područjima. Možda je zbog svega navedenoga i temeljni reproduktivni omjer ove bolesti (Ro) u divljih svinja procijenjen na 1,54, što i nije posebno visoko znači se da Ro manji od 1 znači stagnaciju bolesti (Lim i sur., 2021.). U konačnici, Pepin i suradnici (2019.) te Cukor i suradnici (2024.) daju veću važnost nezbri nutim lešinama divljih svinja u održavanju i širenju virusa, negoli živim, bolesnim jedinkama u fazi kliconoštva. Stoga je prema ovim istraživanjima izgledno da se prijenos uzročnika s divljih na domaće svinje i obrnuto u uvjetima zajedničkog boravka u određenim staništima primarno temelji na čimbenicima okoliša, lešinama i ljudima, a manje na samom izravnom kontaktu između domaćih i divljih svinja. Osim toga, uloga domaćih i divljih svinja vrlo je vjerojatno isprepletana, a ne jednosmjerna. Naime, iako većina znanstvenika tvrdi da su divlje svinje rezervoar bolesti, Laddomada i suradnici (1994.) na primjeru Sardinije i Španjolske zaključili su da bolest u divljih svinja nestaje nakon što se iskorijeni u obližnjim populacijama domaćih svinja. Time upućuju i na obrnuti prijenos, ali i mogućnost da divlje svinje nemaju glavnu ulogu u širenju ovoga virusa. U Hrvatskoj je ASK potvrđen 26. lipnja 2023. godine u domaćih svinja, da bi do kraja godine bila zabilježena 1124 izbijanja bolesti (Jemeršić i sur., 2024.). Sama pojava bolesti zabilježena je u 28 općina, od čega je njih 85,7 % pripadalo Vukovarsko-srijemskoj županiji. Manjim dijelom bolest se pojavila i u Brodsko-posavskoj te u Osječko-baranjskoj županiji. Broj slučajeva u domaćih svinja bio je znatno manji. Ipak, Jemeršić i suradnici (2024.) navode prijenos uzročnika s domaćih na divlje svinje kada je tijekom 2023. i 2024. godine utvrđeno 19 (svega?) zaraženih divljih svinja na području Vukovarsko-srijemske županije. Ne čini li se ovdje da je ovaj broj iznimno nizak s obzirom na moguću smrtnost od čak 100 %? Slično je utvrđeno i u susjednoj Srbiji, gdje je prvi slučaj ASK-a utvrđen u domaćih svinja, dok je u divljih svinja dokazan tek godinu dana poslije (Glišić i sur., 2023.). U konačnici, moguća je i prirodna atenuacija virusa, zbog čega

dolazi do niže smrtnosti i pojačanog prijenosa uzročnika (Chen i sur., 2024.). S obzirom na trend pojave bolesti u Hrvatskoj i Srbiji, treba reći kako je moguće da se takva modifikacija već dogodila, ili da divlje svinje nisu znatan rezervoar s obzirom na to da se bolest za sada drži uz uzgoje domaćih svinja. Također, ne treba zanemariti ni činjenicu da se radikalni oblici uzročnika bolesti u pravilu sami eradiciraju usmrćivanjem prevelikog broja domaćina i prestankom daljnjeg prijenosa. Ovdje u konačnici treba uzeti u obzir i da su divlje svinje zasigurno otpornije na bolest od domaćih svinja visokoselektiranih na proizvodnju. Također, u većim populacijama divljih svinja uvijek će biti onih jedinki koje su manje otporne, a samim time i pojedinačnih slučajeva bolesti.

Metiljavost

Na našim područjima od metilja (Trematoda) obitavaju buražni metilji (*Paramphistomum* spp.), mali metilj (*Dicrocoelium dendriticum*), veliki jetreni metilj (*Fasciola hepatica*) i veliki američki jetreni metilj (*Fascioloides magna*). Od spomenutih vrsta metilja samo je *F. magna* nezavičajna vrsta, koja je u Europu uvezena zajedno s bjelorepim (*Odocoileus virginianus*) i wapiti jelenom (*Cervus elaphus canadensis*), i to prema genskim analizama najmanje dva puta (Králová-Hromadová i sur., 2011.). Prvi dokaz ovoga metilja zabilježen je na području kraljevskog parka La Mandria u neposrednoj okolici Torina, kada ga je talijanski veterinar Roberto Bassi izolirao iz jetre invadiranog wapiti jelena (Bassi, 1875.). Ovu, novu vrstu metilja R. Bassi nazvao je *Distomum magnum*, da bi ga nešto poslije Ward (1919.) preimenovao u *Fascioloides magna*. To je ime zadržao do danas, kao



Slika 1. Mužjaci jelena običnoga na ispaši tijekom noći. Snimljeno termalnim osmatračem.



Slika 2. Slobodno držane krave na području Lonjskog polja.

jedini predstavnik roda *Fascioloidea*. Zbog činjenice da su jeleni uvezeni u Italiju držani u ogradenim prostorima, *F. magna* se odatle nije proširio dalje, ali je naknadno ponovno uvezen u Europu te je formirao stabilna žarišta invazije na području današnje Češke i uz rijeku Dunav (Králová-Hromadová i sur., 2016.). Upravo je u tim plavnim ravninama rijeke Dunav ovaj metilj pronašao idealne uvjete za održavanje i širenje te je postupno njegova pojava zabilježena u raznim zemljama uz Dunav, da bi 2000. godine radnici Hrvatskih šuma d.o.o. utvrdili neobične promjene na jetrama jelena u Šešrešhatu (Baranja), za koje su stručnjaci Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu potvrdili da potječu od metilja *F. magna* (Marinculić i sur., 2002.). Time je započelo širenje ove vrste parazita i po Republici Hrvatskoj. Zanimljivo je da je razvojni ciklus metilja *F. hepatica* i *F. magna* praktično identičan, uz razliku da kao odrasli primjerci veliki jetreni metilji žive u žučovodu, a veliki američki metilji u takozvanim pseudocistama u jetrenom parenhimu. Nositelji ovih metilja jesu domaći i divlji biljojedi i svejedi, a posrednici puževi barnjaci, uglavnom vrste *Galba (Lymnaea) truncatula* (Faltynková i sur., 2006.). To je posebno važno sa stajališta mogućih invazija domaćih i divljih životinja koje borave na istim prostorima, ali također i sa stajališta bioraznolikosti primarno putem kompeticije ovih vrsta parazita na razini posrednika. Upravo iz toga razloga mi ćemo se osvrnuti isključivo na ova dva metilja, ne uključujući preostale vrste u ovu raspravu. Zbog potencijalnog devastirajućeg učinka na populaciju srne obične (*Capreolus capreolus*) i muflona (*Ovis musimon*) kao aberantnih nositelja, veliki američki metilj postao je važnim izvorom zanimanja znanstvene za-

jednice (Konjević i sur., 2021.). No osim potencijalnog negativnog učinka na nositelje, ne treba isključiti ni činjenicu da ovaj parazit ima i mogući negativni utjecaj na zavičajnu vrstu metilja *F. hepatica*. Ovo je od posebne važnosti za bioraznolikost koja u svom izvornom značenju govori o autohtonim vrstama u njihovu prirodnom okruženju. Tako to ovdje uključuje i zavičajnu vrstu metilja *F. hepatica*, ali prema prethodnoj definiciji ne i nezavičajnu vrstu metilja *F. magna*. U slučaju dokazanog negativnog učinka velikog američkoga metilja na metilje *F. hepatica*, to bi bila dodatna potvrda invazivnog značaja ove vrste. Na tom je tragu i zapis Konjevića i suradnika (2011.b) koji su tijekom višegodišnje provedbe programa kontrole metilja *F. magna* u jelena običnoga na području Slavonije i Baranje u tek jednom uzorku jelenske jetre utvrdili invaziju metiljem *F. hepatica*. Kao što smo naveli, jedan od razloga za to može biti u svojevrsnoj kompeticiji između različitih vrsta metilja na razini posrednika. Naime, poznato je da vrste koje u svom razvojnem stadiju imaju redije mogu eliminirati sporociste druge vrste na razini posrednika. Kako *F. hepatica* i *F. magna* imaju iste razvojne cikluse, moguće je da je u pitanju dominancije njihova veličina, s obzirom na to da je *F. magna* znatno veća vrsta. U svakom slučaju, prema dosadašnjim opažanjima velika je vjerojatnost da *F. hepatica* trenutačno cirkulira unutar domaćih životinja, a *F. magna* pretežno u divljih. Osim toga, prema istraživanjima Pruvot i suradnika (2016.) dijeljenje istih pašnjaka između jelena i goveda može utjecati na smanjenje invazije jelena velikim američkim metiljem (slika 1). Oni su serološkim analizama potvrdili cirkuliranje metilja *F. magna* u jelena i goveda, čak i pri vrlo niskom stup-

nju invazije. No isto su tako utvrdili i nižu prevalenciju invadiranih jelena u slučaju dijeljenja istih pašnih površina s govedima (slika 2). Ovo tumače na temelju činjenice da su goveda nositelji tipa slijepa ulica te da zapravo uništavaju određeni dio metacerkarija. Slično su Konjević i suradnici (2019.) utvrdili zaštitnu ulogu divlje svinje, koja je također nositelj tipa slijepa ulica. Drukčiju situaciju možemo očekivati u ovaca. Ovce su naime okarakterizirane kao aberantni nositelji u kojima dolazi do neprestane migracije mladog metilja kroz jetreni parenhim i samim time do teškog oštećenja tkiva, krvarenja i uginuća invadiranih jedinki u pravilu unutar šest mjeseci od invazije (Foreyt i Todd, 1976.; Foreyt, 1990.). Za razliku od metilja, gdje je očito da ulogu imaju međusobni odnosi tijekom njihova razvoja te vrsta nositelja, za ostale je vrste želučano-crijevnih parazita primjerice utvrđena veća prevalencija u jelena koji su dijelili pašnjake sa stokom (Brown i Morgan, 2024.).

Iz navedenoga je očito da na površinama na kojima istodobno borave domaći biljojedi i jeleni dolazi do razmjene metilja, ali i da isto tako boravak goveda na navedenim pašnjacima može djelovati zaštitno na jelene. S druge strane, sučelje domaće životinje – divlje životinje očito se može odraziti i na parazite, što treba dodatno proučiti u budućim istraživanjima.

Zaključak

Uskladu sa svim navedenim sučelje divlje životinje – domaće životinje dinamična je sredina unutar koje dolazi do razmjene uzročnika, i onih uobičajenih i novih za određeno područje. Ovakav je način dijeljenja površina u skladu s proširenošću ljudskih zajednica i sve većom urbanizacijom divljih životinja danas očito nešto što se ne može izbjeći (Baroso i Gortázar, 2024.). Prijenos uzročnika bolesti moguć je s divljih na domaće životinje, ali i obrnuto, uz potencijalne teške posljedice na ugrožene populacije divljih životinja, ali i populacije zaštićenih autohtonih vrsta domaćih životinja (tzv. stare pasmine). Problematika ovoga odnosa složena je i zahtijeva individualni pristup s ciljem što kvalitetnijeg upravljanja/gospodarenja divljim, ali i gospodarenja domaćim vrstama.

Zahvala

Rad je potpomognut sredstvima projekta HRZZ-a *Fasciola hepatica vs. Fascioloides magna: potencijalni utjecaj nezavičajne vrste parazita na bioraznolikost*, šifra IP-2024-05-8056.

Literatura

- ALEXANDER, K. A., M. J. G. APPEL (1994): African wild dogs (*Lycaon pictus*) endangered by a canine distemper epizootic among domestic dogs near the Masai Mara National Reserve, Kenya. *J. Wildl. Dis.* 30, 481–485.
- ALFANO, F., M. G. LUCIBELLI, N. D'ALESSIO, C. AURIEMMA, S. REA, G. SGROI, M. S. LUCENTE, F. PELLEGRINI, G. DIAKOUDI, E. DE CARLO, N. DECARO, G. LANAVE, V. MARTELLA, G. FUSCO (2025): Detection of canine distemper virus in wildlife in Italy (2022–2024). *Front. Vet. Sci.* 12, 1527550.
- BARROSO, P., C. GORTÁZAR (2024): The coexistence of wildlife and livestock. *Animal Frontiers* 14, 5–12.
- BASSI, R. (1875): Sulla cachessia ittero-verminosa, o marciaia dei cervi, causata dal *Distoma magnum*. *Med. Vet.* 4, 497–515.
- BECH-NIELSEN, S., J. FERNANDEZ, F. MARTINEZ-PEREDA, J. ESPINOSA, Q. PEREZ BONILLA, J. M. SANCHEZ-VIZCAINO (1995): A case study of an outbreak of African swine fever in Spain. *Br. Vet. J.* 151, 203–214.
- BROWN, T. L., E. R. MORGAN (2024): Helminth prevalence in European deer with a focus on abomasal nematodes and the influence of livestock pasture contact: A Meta-Analysis. *Pathogens* 13, 378.
- CHEN, S., T. WANG, R. LUO, Z. LU, J. LAN, Y. SUN, Q. FU, H.-J. QIU (2024): Genetic variations of African swine fever virus: major challenges and prospects. *Viruses* 16, 913.
- CHENAIS, E., K. DEPNER, V. GUBERTI, K. DIETZE, A. VILTROP, K. STÅHL (2019): Epidemiological considerations on African swine fever in Europe 2014–2018. *Porcine Health Manag.* 5, 6.
- CLEAVELAND, S., M. G. J. APPEL, W. S. K. CHALMERS, C. CHILLINGWORTH, M. KAARE, C. DYE (2000): Serological and demographic evidence for domestic dogs as a source of canine distemper virus infection for Serengeti wildlife. *Vet. Microbiol.* 72, 217–227.
- CUKOR, J., M. FALTUSOVÁ, Z. VACEK, R. LINDA, V. SKOTÁK, P. VÁCLAVEK, M. JEŽEK, M. ŠÁLEK, F. HAVRÁNEK (2024): Wild boar carcasses in the center of boar activity: crucial risks of ASF transmission. *Front. Vet. Sci.* 11, 1497361.
- FALTÝNKOVÁ, A., E. HORÁČKOVÁ, L. HIRTOVÁ, A. NOVOBILSKÝ, D. MODRÝ, T. SCHOLZ (2006): Is *Radix peregra* a new intermediate host of *Fascioloides magna* (Trematoda) in Europe? Field and experimental evidence. *Acta Parasit.* 51, 87–90.

- FOREYT, W. J., A. C. TODD (1976): Development of the large American liver fluke, *Fascioloides magna*, in white-tailed deer, cattle and sheep. *J. Parasitol.* 62, 26-32.
- FOREYT, W. J. (1990): Domestic sheep as a rare definitive host of the large American liver fluke *Fascioloides magna*. *J. Parasitol.* 76, 736-739.
- GALINDO, I., A. COVADONGA (2017): African Swine Fever Virus: A Review. *Viruses* 9, 103.
- GLIŠIĆ, D., V. MILIĆEVIĆ, LJ. VELJOVIĆ, B. MILOVANOVIĆ, B. KURELJUŠIĆ, I. ĐORĐEVIĆ, K. ANĐELKOVIĆ, J. PETKOVIĆ, M. DAČIĆ (2023): Patterns of ASFV transmission in domestic pigs in Serbia. *Pathogens* 12, 149.
- GUISEIX, M., N. BAHJ-JABER, D. FOUCHET, F. SAUVAGE, D. PONTIER (2007): The canine distemper epidemic in Serengeti: are lions victims of a new highly virulent canine distemper virus strain, or is pathogen circulation stochasticity to blame? *J. R. Soc. Interface* 4, 1127-1134.
- HALLMAIER-WACKER, L. K., V. J. MUNSTER, S. KNAUF (2017) Disease reservoirs: from conceptual frameworks to applicable criteria, *Emerg. Microbes Infect.* 6, 1-5.
- HAYDON, D. T., S. CLEAVELAND, L. H. TAYLOR, M. K. LAURENSEN (2002): Identifying reservoirs of infection: a conceptual and practical challenge. *Emerg. Infect. Dis.* 8, 1468-1473.
- HIPÓLITO, D., S. RELJIĆ, L. MIGUEL, R. OSALINO, S. M. WILSON, C. FONSECA, Đ. HUBER (2018): Brown bear damage: patterns and hotspots in Croatia. *Oryx*, 54, 511-519.
- HARDER, T. C., M. KENTER, M. J. G. APPEL, M. E. ROELKE-PARKER, T. BARRETT, A. D. M. E. OSTERHAUS (1995): Phylogenetic evidence of canine distemper virus in Serengeti's lions. *Vaccine* 13, 521-523.
- HARDER, T. C., A. D. M. E. OSTERHAUS (1997): Canine distemper virus—a morbillivirus in search of new hosts? *Trends Microbiol.* 5, 120-125.
- JEMERŠIĆ, L., J. PRPIĆ, M. KAMBER, M. BOŽIKOVIĆ, M. LOLIĆ, M. ŠKRIVANKO, D. BRNIĆ, I. LOJKIĆ (2024): A large virus causing a large problem – African swine fever virus. In: *Power of Viruses 2024, Book of abstracts* (Tabain, I., M. Jagušić, J. Ivančić Jelečki, T. Vilbić Čavlek i sur. (ur.)). Hrvatsko mikrobiološko društvo, Zagreb, str. 24.
- KELAVA UGARKOVIĆ, N., Z. PRPIĆ, A. KAIĆ, M. VIDIĆ, A. IVANKOVIĆ, M. KONJAČIĆ (2023): Wolf (*Canis lupus*) predation in pastoral livestock systems: case study in Croatia. *Sustainability* 15, 10888.
- KONJEVIĆ, D., R. SABOČANEC, Ž. GRABAREVIĆ, A. ZURBRIGGEN, I. BATA, A. BECK, A. GUDAN KURILJ, D. CVITKOVIĆ (2011a): Canine distemper in Siberian tiger cubs from Zagreb ZOO: case report. *Acta Vet. Brno* 80, 047-050.
- KONJEVIĆ, D., Z. JANICKI, T. ŽIVIČNJAK, A. SLAVICA, A. MARINCULIĆ (2011b): Return of *Fasciola hepatica* into parasitic fauna of wild red deer from Baranja region. *Proceedings of scientific contributions and abstracts Infekčne a parazitarne choroby zvierat. Košice: Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach*, p. 262.
- KONJEVIĆ, D., Z. JANICKI, M. BUJANIĆ, M. ORŠANIĆ, A. SLAVICA, M. SINDIČIĆ, F. MARTINKOVIĆ (2019): Ima li divlja svinja (*Sus scrofa* L.) ulogu u epidemiologiji fascioloidoze? *Hrv. vet. vjesn.* 27, 30-36.
- KONJEVIĆ, D., M. BUJANIĆ, A. BECK, R. BECK, F. MARTINKOVIĆ, Z. JANICKI (2021): First record of chronic *Fascioloides magna* infection in roe deer (*Capreolus capreolus*). *Int. J. Parasitol. Parasites Wildl.* 15, 173-176.
- KRÁLOVÁ-HROMADOVÁ, I., E. BAZSALOVICSOVÁ, J. STEFKA, M. ŠPAKULOVÁ, S. VÁVROVÁ, T. SZEMES, V. TKACH, A. TRUDGETT, M. PYBUS (2011): Multiple origins of European populations of the giant liver fluke *Fascioloides magna* (Trematoda: Fasciolidae), a liver parasite of ruminants. *Int. J. Parasitol.* 41, 373-383.
- KRÁLOVÁ-HROMADOVÁ, I., L. JUHÁSOVÁ, E. BAZSALOVICSOVÁ, (2016): The Giant Liver Fluke, *Fascioloides magna*: Past, Present and Future Research. Springer International Publishing AG, Switzerland.
- LADDOMADA, A., C. PATTÀ, A. OGGIANO, A. CACCIA, A. RUIU, P. COSSU, A. FIRINU (1994) Epidemiology of classical swine fever in Sardinia: a serological survey of wild boar and comparison with African swine fever. *Vet. Rec.* 134, 183-187.
- LEISEWITZ, A. L., A. CARTER, M. VAN VUUREN, L. VAN BLERK (2001): Canine distemper infections, with special reference to South Africa, with a review of the literature. *J. S. Afr. Vet. Assoc.* 72, 127-136.
- LIM, J.-S., E. KIM, P.-D. RYU, S.-I. PAK (2021): Basic reproduction number of African swine fever in wild boars (*Sus scrofa*) and its spatiotemporal heterogeneity in South Korea. *J. Vet. Sci.* 22, e71.
- LOSS, S. R., B. BOUGHTON, S. M. CADY, D. W. LONDE, C. MCKINNEY, T. J. O'CONNELL, G. J. RIGGS, E. P. ROBERTSON (2022): Review and synthesis of the global literature on domestic cat impacts on wildlife. *J. Anim. Ecol.* 91, 1361-1372.

- MARINCULIĆ, A., N. DŽAKULA, Z. JANICKI, S. LUČINGER, T. ŽIVIČNJAK (2002): Appearance of American liver fluke (*Fascioloides magna*, Bassi, 1875) in Croatia—A case report. *Vet. Arhiv*, 72, 319–325.
- MORAND, S. (2020): Emerging diseases, livestock expansion and biodiversity loss are positively related at global scale. *Biol. Conserv.* 248, 108707.
- NIKOLIN, V. M., X. A. OLARTE-CASTILLO, N. OSTERRIEDER, H. HOFER, E. DUBOVI, C. J. MAZZONI, E. BRUNNER, K. V. GOLLER, R. D. FYUMAGWA, P. D. MOEHLMAN, D. THIERER, M. L. EAST (2017): Canine distemper virus in the Serengeti ecosystem: molecular adaptation to different carnivore species. *Mol. Ecol.* 26, 2111–2130.
- NYHUS, P. J. (2016): Human–wildlife conflict and coexistence. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 41, 143–171.
- OCTENJAK, D., L. PAĐEN, V. ŠILIĆ, S. RELJIĆ, T. TRBOJEVIĆ VUKIČEVIĆ, J. KUSAK (2020): Wolf diet and prey selection in Croatia. *Mammal. Res.* 65, 647–654.
- OLEAGA, Á., C. BLANCO VÁZQUEZ, L. J. ROYO, T. DORIA BARRAL, D. BONNAIRE, J. Á. ARMENTEROS, B. RABANAL, C. GORTÁZAR, A. BALSEIRO (2022): Canine distemper virus in wildlife in south-western Europe. *Transbound Emerg Dis.* 69, e473–e485.
- OSTERHAUS, A. (2001): Catastrophes after crossing species barriers. *Phil. Trans. R. Soc. B* 356, 791–793.
- PENRITH, M. L., G. R. THOMSON, A. D. S. BASTOS (2004): African swine fever. In: *Infectious Diseases of Livestock with Special Reference to Southern Africa* (Coetzer, J. A. W., R. C. Tustin, eds.). Oxford University Press, Cape Town, South Africa, p.p. 1088–1119.
- POPE, J. P., D. L. MILLER, M. C. RILEY, E. ANIS, R. P. WILKES (2016): Characterization of a novel Canine distemper virus causing disease in wildlife. *J. Vet. Diagn. Invest.* 28, 506–513.
- PRUVOT, M., M. LEJEUNE, S. KUTZ, W. HUTCHINS, M. MUSIANI, A. MASSOLO, K. ORSEL (2016): Better alone or in ill company? The effect of migration and inter-species comingling on *Fascioloides magna* infection in elk. *PLoS ONE* 11(7), e0159319.
- QU, H., S. GE, Y. ZHANG, X. WU, Z. WANG (2022): A systematic review of genotypes and serogroups of African swine fever virus. *Virus Genes* 58, 77–87.
- TEAGUE, W. R., S. APFELBAUM, R. LAL, U. P. KREUTER, J. ROWNTREE, C. A. DAVIES, R. CONSER, M. RASMUSSEN, J. HATFIELD, T. WANG, F. WANG, P. BYCK (2016): The role of ruminants in reducing agriculture's carbon footprint in North America. *J. Soil Water Conserv.* 71, 156–164. doi:10.2489/jswc.71.2.156
- UHL, E. W., C. KELDERHOUSE, J. BUIKSTRA, J. P. BLICK, B. BOLON, R. J. HOGAN (2019): New world origin of canine distemper: Interdisciplinary insights. *Int. J. Paleopathol.* 24, 266–278.
- VERCAUTEREN, K., S. BRECK (2024): Overview of global wildlife–livestock interfaces: the array of conflicts and strategies to mitigate them. *Anim Front.* 14, 30–39.
- WARD, H. B. (1917): On the structure and classification of North American parasitic worms. *J. Parasitol.* 4, 1–12.
- WECKWORTH, J. K., B. W. DAVIS, E. DUBOVI, N. FOUNTAIN-JONES, C. PACKER, S. CLEAVELAND, M. E. CRAFT, E. EBLATE, M. SCHWARTZ, L. SCOTT MILLS, M. ROELKE-PARKER (2000): Cross-species transmission and evolutionary dynamics of canine distemper virus during a spillover in African lions of Serengeti National Park. *Mol. Ecol.* 29, 4308–4321.
- WIETHOELTER, A. K., D. BELTRÁN-ALCRUDO, R. KOCK, S. M. MOR (2015): Global trends in infectious diseases at the wildlife–livestock interface. *PNAS* 112, 9662–9667.
- WILKES, R. P. (2023): Canine distemper virus in endangered species: species jump, clinical variations, and vaccination. *Pathogens* 12, 57.
- WIPF, A., P. PEREZ-CUTILLAS, N. ORTEGA, A. HUERTAS-LÓPEZ, C. MARTÍNEZ-CARRASCO, M. G. CANDELA (2025): Geographical Distribution of Carnivore Hosts and Genotypes of Canine Distemper Virus (CDV) Worldwide: A Scoping Review and Spatial Meta-Analysis. *Transbound. Emerg. Dis.* 2025, 6632068.
- YOUNG, J. K., K. A. OLSON, R. P. READING, S. AMGALANBAATAR, J. BERGER (2011): Is wildlife going to the dogs? Impacts of feral and free-roaming dogs on wildlife populations get access arrow. *BioScience* 61, 125–132.
- ZAHARIJA, I. (1968): *Opća epizootologija*, Školska knjiga, Zagreb, Hrvatska.