Pregledni naučni rad

DOI: 10.5937/SVS26011J

EPIZOOTIOLOŠKI ZNAČAJ PARAZITSKIH BOLESTI PRENOSIVIH HRANOM U KONCEPTU „JEDNO ZDRAVLJE“

Nemanja M. Jovanović[1]*, Milan Miljević[2], Aleksandar Bajčić[3], Tamara Ilić[4]

[1] Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Republika Srbija.

[2] Univerzitet u Beogradu, Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“, Beograd, Srbija.

[3] Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Beograd, Republika Srbija.

**e-mail* kontakt osobe: nmjovanovic@vet.bg.ac.rs

Kratak sadržaj

Parazitske bolesti prenosive hranom i vodom predstavljaju značajan, ali često nedovoljno prepoznat problem veterinarske medicine, bezbednosti hrane i javnog zdravlja. Njihov značaj proizlazi iz raznovrsnih puteva prenošenja, otpornosti infektivnih stadijuma u spoljašnjoj sredini, hroničnog toka pojedinih infekcija i nedovoljno usklađenih sistema nadzora. Posebnu pažnju zahtevaju *Echinococcus granulosus*, *E. multilocularis*, *Toxoplasma gondii*, *Trichinella spiralis*, *Cryptosporidium* spp. i *Giardia duodenalis*, čija transmisija povezuje domaće i divlje životinje, ljude, hranu, vodu i životnu sredinu. U radu su razmotreni rizici povezani sa konzumiranjem sirovog ili nedovoljno termički obrađenog mesa, kao i sa kontaminiranom vodom, školjkama i svežim proizvodima. Posebno su istaknuti značaj biosigurnosti u primarnoj proizvodnji, veterinarsko-sanitarne kontrole, odgovarajuće obrade hrane i sistematskog praćenja kvaliteta vode. Dalje unapređenje kontrole zahteva nadzor zasnovan na proceni rizika, standardizaciju dijagnostičkih metoda, procenu vijabilnosti infektivnih stadijuma, molekularnu karakterizaciju uzročnika i pravovremenu razmenu podataka između veterinarskog, zdravstvenog i ekološkog sektora u okviru koncepta „Jedno zdravlje“.

Ključne reči: paraziti prenosivi hranom; zoonoze; bezbednost hrane; nadzor; „Jedno zdravlje“

UVOD

Paraziti, uključujući helminte i protozoe, mogu biti uzročnici bolesti koje se prenose hranom i vodom u razvijenim zemljama i zemljama u razvoju. Procene Svetske zdravstvene organizacije ukazuju da dvanaest najznačajnijih parazitskih bolesti prenosivih hranom dovodi do više od 407 miliona obolelih, približno 94.000 smrtnih slučajeva. Uprkos tome, paraziti su često zanemareni u odnosu na bakterijske i

virusne uzročnike. Tome doprinose teškoće dokazivanja u hrani, vodi i uzorcima iz životne sredine, hroničan tok mnogih infekcija i dug period između izlaganja i pojave simptoma, zbog čega je izvor infekcije često teško utvrditi (Robertson, 2018; Almeria et al., 2021).

Globalizacija snabdevanja hranom, zajedno sa povećanom potrošnjom svežeg voća i povrća u razvijenim zemljama i zemljama u razvoju, smatra se jednim od faktora koji doprinose porastu broja registrovanih epidemija parazitskih bolesti prenosivih hranom. Različite vrste parazita dokazivane su u proizvodima spremnim za neposrednu upotrebu, što ukazuje da postupci sanitacije koji se primenjuju tokom proizvodnje, na primer upakovanih salata, ne obezbeđuju uvek potpuno uklanjanje parazita fekalnog porekla (Caradonna et al., 2017). Epidemija kriptosporidioze zabeležena u Engleskoj i Škotskoj 2012. godine bila je povezana sa konzumiranjem prethodno isečenih listova salate (McKerr et al., 2015). Ovakvi primeri pokazuju da infektivni stadijumi parazita u spoljašnjoj sredini često ispoljavaju visoku otpornost prema hemijskim i fizičkim postupcima koji se uobičajeno primenjuju u lancu hrane. Pored toga, pojedini paraziti imaju veoma nisku infektivnu dozu, zbog čega i mali broj oocista, cista, jaja ili larvi može predstavljati rizik za potrošače.

Infektivni razvojni stadijumi parazita koji se prenose hranom i vodom dospevaju do novih domaćina, uključujući ljude, konzumiranjem tkiva inficiranih sisara, riba ili beskičmenjaka, kao i preko kontaminirane hrane, vode ili životne sredine. FAO i WHO su 2014. godine, od početne liste od 93 parazita, izdvojili 24 uzročnika sa najvećim štetnim posledicama; među 12 najznačajnijih svrstani su: *Taenia solium* - prenosi se cisticerkusima u svinjskom mesu, koji kod ljudi izazivaju tenijazu, kao i jajima koja kontaminiraju vodu i sveže proizvode i dovode do cisticerkoze ili neurocisticerkoze; *Echinococcus granulosus* - jajima koja mogu kontaminirati sveže proizvode; *Echinococcus multilocularis* - jajima koja mogu kontaminirati sveže proizvode; *Toxoplasma gondii* - bradizoitima prisutnim u mesu malih preživara, svinja, goveda i divljači, uključujući crveno meso i organe, kao i oocistama koje kontaminiraju vodu i sveže proizvode, a ređe tahizoitima u mleku; *Cryptosporidium* spp. - oocistama prisutnim u vodi, svežim proizvodima, voćnim sokovima i mleku; *Entamoeba histolytica* - cistama na svežim proizvodima; *Trichinella spiralis* - inkapsulisanim larvama u svinjskom mesu; predstavnici familije Opisthorchiidae - metacerkarijama u slatkovodnim ribama; *Ascaris* spp. - jajima na svežim proizvodima; *Trypanosoma cruzi* - tripomastigotima u voćnim sokovima; *Giardia duodenalis* - cistama u vodi i na svežim proizvodima; i *Fasciola* spp. - metacerkarijama u vodi i na svežim proizvodima, naročito na vodenim biljkama kao što je potočarka (FAO/WHO, 2014).

Zbog zoonozne prirode velikog broja parazita koji se prenose hranom i vodom, za kontrolu i prevenciju većine ovih infekcija neophodan je pristup zasnovan na konceptu „Jedno zdravlje“. Strategija „Jedno zdravlje“ u suzbijanju zoonoznih bolesti treba da obuhvati ublažavanje i sprečavanje rizika koji nastaju na zajedničkom interfejsu ljudi, domaćih i divljih životinja i njihove životne sredine. Zbog toga veterinari, zajedno sa stručnjacima iz oblasti bezbednosti hrane i zaštite životne sredine koji učestvuju u proizvodnji hrane, korišćenju voda u poljoprivredi i obezbeđivanju vode za piće, imaju značajnu ulogu u očuvanju bezbednosti hrane.

Uloga veterinara u kontroli prenošenja može započeti već na farmi ili u veterinarskim ambulantama za kućne ljubimce, kroz savetovanje i informisanje farmera i vlasnika životinja o načinima prevencije i kontrole parazitskih bolesti, pomoć u otkrivanju i lečenju infekcija, kao i upravljanje i kontrolu faktora rizika u životnoj sredini povezanih sa životinjama, uključujući divlje životinje. Veterinari su zaduženi i za veterinarsko-sanitarni pregled u klanicama, gde otkrivaju promene i prisustvo zoonoznih i drugih uzročnika i bolesti povezanih sa životinjama. Na primer, obavezno je ispitivanje zaklanih svinja na prisustvo larvi roda *Trichinella* propisanom metodom, dok se goveda starija od šest nedelja pregledaju na prisustvo cisticerkusa vrste *Taenia saginata*. Pored toga, veterinari mogu imati ključnu ulogu u prikupljanju podataka u okviru nadzora, koji se mogu koristiti za procenu rizika i predstavljati osnovu za definisanje mera kontrole.

Važno je naglasiti da sve zoonozne parazitske infekcije od medicinskog značaja ne izazivaju kliničku bolest kod životinja. Na primer, smatra se da infekcija kanida vrstom *E. multilocularis* izaziva blage ili nikakve kliničke posledice kod inficirane životinje, dok je alveolarna ehinokokoza kod ljudi ozbiljno i potencijalno smrtonosno oboljenje. Prema tome, uprkos rasprostranjenom shvatanju da su veterinari prvenstveno kliničari koji se bave lečenjem obolelih životinja, oni zapravo imaju suštinski važnu ulogu u bezbednosti hrane. Ta uloga obuhvata i smanjenje mogućnosti dospevanja infektivnih razvojnih stadijuma parazita u lanac ishrane ljudi, kroz smanjenje njihove učestalosti i prenošenja među životinjama.

PARAZITI KOJI SE PRENOSE MESOM I RIBOM

Namirnice životinjskog porekla predstavljaju važan deo ishrane stanovništva Evrope, ali istovremeno mogu biti prenosioci različitih bioloških opasnosti. Iako se u proceni bezbednosti hrane najveća pažnja tradicionalno posvećuje bakterijama i virusima, paraziti predstavljaju često potcenjenu grupu patogena. Njihov značaj zavisi od učestalosti u životinjama namenjenim za proizvodnju hrane, otpornosti razvojnih stadijuma tokom prerade, navika u pripremi hrane i mogućnosti njihovog prepoznavanja i uklanjanja iz lanca ishrane. U globalnom rangiranju FAO/WHO, među najznačajnijim parazitima koji se prenose mesom izdvojeni su *Trichinella* spp., *Toxoplasma gondii*, *T. Solium* i *T. saginata*, dok kod riba najveći značaj imaju nematode familije anisakide i pojedine trematode (FAO/WHO, 2014). U evropskoj proceni prioriteta, *T. gondii* i *Trichinella spiralis* zauzele su drugo, odnosno treće mesto među svim parazitima prenosivim hranom (Bouwknegt et al., 2018).

U kontekstu ovog rada, poseban značaj imaju *Toxoplasma gondii* i *T. spiralis*, budući da se infekcija ljudi može neposredno povezati sa konzumiranjem sirovog ili nedovoljno termički obrađenog mesa. *Toxoplasma gondii* se prenosi tkivnim cistama koje sadrže bradizoite, a mogu biti prisutne u mesu svinja, ovaca, koza, divljači i drugih prijemčivih životinja. Za razliku od toksoplazmoze, kod koje ne postoji rutinska postmortalna metoda kojom bi se inficirano meso pouzdano prepoznalo tokom pregleda u klanici, kontrola trihineloze zasniva se na obaveznom laboratorijskom ispitivanju mesa prijemčivih životinja. Larve *Trichinella* spp. prenose se prvenstveno mesom svinja, divljih svinja i drugih životinja koje učestvuju u domaćem ili silvatičnom ciklusu.

Rizik od unošenja ovih parazita u lanac hrane prvenstveno zavisi od uslova u primarnoj proizvodnji. Visok nivo biosigurnosti može značajno smanjiti mogućnost infekcije životinja. Kod svinja to podrazumeva kontrolisan sistem držanja, sprečavanje kontakta sa glodarima i divljim životinjama, pravilno skladištenje hrane i onemogućavanje konzumiranja leševa ili otpada životinjskog porekla. Nasuprot tome, ekstenzivno držanje svinja na otvorenom, dvorišno gajenje i kontakt sa divljim životinjama povećavaju rizik od infekcije vrstama roda Trichinella. Sličan princip važi i za T. gondii, pri čemu prisustvo mačaka, glodara i kontaminirane hrane ili vode na farmama omogućava infekciju životinja namenjenih proizvodnji mesa (Pozio, 2014; EFSA BIOHAZ Panel, 2018).

U pojedinim sistemima proizvodnje nije moguće obezbediti visok stepen biosigurnosti. To se naročito odnosi na lov divljih svinja i druge oblike korišćenja divljači za ishranu ljudi. U takvim uslovima neophodno je uspostaviti dodatne nivoe zaštite, koji obuhvataju veterinarsko-sanitarni pregled, laboratorijsko ispitivanje i odgovarajuću preradu mesa. Pregled mesa na prisustvo larvi *Trichinella* spp. predstavlja karakterističan primer aktivnog nadzora kojim se pozitivne životinje i njihovo meso isključuju iz lanca ishrane. Međutim, slučajevi i epidemije trihineloze i dalje se registruju, uglavnom nakon konzumiranja mesa svinja iz nekontrolisanog uzgoja ili mesa divljih svinja koje nije laboratorijski pregledano.

Biosigurnost ima za cilj sprečavanje infekcije životinja i unošenja parazita u lanac hrane, dok veterinarska inspekcija nastoji da prepozna i ukloni inficirano meso ili zahvaćena tkiva. Treći nivo zaštite predstavljaju prerada i priprema hrane. Odgovarajuća termička obrada može inaktivisati tkivne ciste *Toxoplasma gondii* i larve *Trichinella* spp., dok efekat zamrzavanja zavisi od vrste parazita, temperature, trajanja postupka i karakteristika proizvoda. Soljenje, dimljenje, sušenje i fermentacija ne mogu se u svim slučajevima smatrati pouzdanim načinima inaktivacije parazita. Poseban problem predstavlja povećana popularnost konzumiranja sirovog ili slabo termički obrađenog mesa, kao i tradicionalnih domaćih proizvoda koji nisu prošli standardizovan proces prerade.

Poznavanje preživljavanja parazitskih razvojnih stadijuma tokom proizvodnje, skladištenja, prerade i pripreme hrane predstavlja osnovu za primenu sistema analize opasnosti i kritičnih kontrolnih tačaka. Međutim, raspoloživi podaci o efikasnosti pojedinih postupaka inaktivacije nisu uvek dovoljni ili međusobno uporedivi. Posebno nedostaju standardizovani podaci o uticaju različitih kombinacija temperature i vremena, sastava proizvoda i razlika između parazitskih vrsta i sojeva (Franssen et al., 2019).

Kontrola parazita koji se prenose mesom zato predstavlja zajedničku odgovornost proizvođača, veterinara, prerađivačke industrije, nadležnih institucija i potrošača. Proizvođači su odgovorni za primenu biosigurnosnih mera, veterinarska služba za nadzor i pregled životinja i mesa, a prerađivači za primenu validiranih postupaka inaktivacije. Potrošači moraju biti upoznati sa rizicima konzumiranja nepregledanog, sirovog ili nedovoljno obrađenog mesa. Ovakav višestepeni sistem kontrole odgovara konceptu „Jedno zdravlje“, jer istovremeno obuhvata zdravlje životinja, bezbednost hrane, ponašanje ljudi i epizootiološke karakteristike domaćih i divljih rezervoara.

PARAZITI KOJI SE PRENOSE KONTAMINIRANOM VODOM, ŠKOLJKAMA I SVEŽIM PROIZVODIMA

Kontaminirana voda predstavlja jedan od najznačajnijih puteva širenja protozoarnih parazita prenosivih hranom, posebno *Cryptosporidium* spp., *Giardia duodenalis* i *Toxoplasma gondii*. Infektivni stadijumi ovih parazita - oociste *Cryptosporidium* spp. i *T. gondii*, odnosno ciste *G. duodenalis* - izlučuju se fecesom pravih domaćina i mogu dospeti u površinske i podzemne vode, sisteme za navodnjavanje, vodu za piće i različite segmente proizvodnje hrane. Njihova sposobnost opstajanja u spoljašnjoj sredini i otpornost prema pojedinim uobičajenim postupcima dezinfekcije doprinose njihovom epizootiološkom i epidemiološkom značaju.

Cryptosporidium spp. i *G. duodenalis* ubrajaju se među najčešće dokazane uzročnike epidemija povezanih sa kontaminiranom vodom. Infekcija ljudi nastaje ingestijom oocista/cista preko vode za piće, tokom rekreativnih aktivnosti u kontaminiranim vodama ili konzumiranjem hrane koja je proizvedena, navodnjavana ili oprana takvom vodom. Vodene epidemije toksoplazmoze ređe se registruju, što ne mora ukazivati na mali značaj ovog puta prenošenja. Infekcija izazvana vrstom *T. gondii* često protiče bez akutnih i specifičnih simptoma, zbog čega se zajednički izvor infekcije teško prepoznaje i epidemiološki povezuje sa kontaminiranom vodom (Jones and Dubey, 2010; Efstratiou et al., 2017).

Sveže voće i povrće mogu se kontaminirati u različitim fazama proizvodnje i distribucije. Oociste i ciste mogu dospeti na površinu biljnih proizvoda navodnjavanjem ili pranjem kontaminiranom vodom, neposrednim kontaktom sa fecesom domaćih i divljih životinja, korišćenjem nedovoljno obrađenog organskog đubriva ili preko kontaminiranih površina, opreme i ruku osoba koje učestvuju u preradi i pripremi hrane. Poseban rizik predstavljaju proizvodi koji se konzumiraju sirovi i kod kojih ne postoji završni postupak termičke obrade. Uobičajeno pranje može smanjiti stepen kontaminacije, ali ne garantuje potpuno uklanjanje svih infektivnih stadijuma, naročito kada su oni čvrsto vezani za neravnu površinu biljaka ili prisutni u teško dostupnim delovima proizvoda (Shapiro et al., 2019).

Školjke koje se hrane filtracijom vode, mogu akumulirati parazitske stadijume u svojim tkivima. Konzumiranje sirovih ili samo blago termički obrađenih školjki zbog toga može predstavljati potencijalni put izlaganja ljudi. U školjkama su dokazane oociste *T. gondii* i *Cryptosporidium* spp., kao i ciste *Giardia* spp. Ipak, procena stvarnog rizika nije jednostavna, jer molekularno dokazivanje parazitske DNK ne potvrđuje nužno vijabilnost i infektivnost detektovanih stadijuma. Značaj školjki kao prenosioca zavisi od stepena kontaminacije vode u kojoj se uzgajaju ili prikupljaju, efikasnosti procesa prečišćavanja i načina njihove pripreme pre konzumiranja (Robertson, 2007).

Dokazivanje parazita u vodi, svežim proizvodima i školjkama predstavlja poseban dijagnostički izazov. Infektivni stadijumi najčešće su prisutni u malom broju i neravnomerno raspoređeni u velikoj količini uzorka. Zbog toga su neophodni efikasni postupci koncentracije, prečišćavanja i izdvajanja parazitskih stadijuma, nakon kojih se primenjuju mikroskopske, imunološke ili molekularne metode. Molekularni testovi obezbeđuju visoku osetljivost i specifičnost i omogućavaju identifikaciju vrsta, genotipova i podtipova, što je značajno za razlikovanje

zoonotskog i antroponotskog prenošenja. Međutim, metode još nisu u potpunosti standardizovane i harmonizovane za sve vrste uzoraka hrane i vode, što otežava poređenje rezultata između laboratorija i država (Chalmers et al., 2020).

Istraživanje površinskih voda u Srbiji pokazalo je da one mogu predstavljati potencijalni izvor izlaganja vrstama *Giardia duodenalis* i *Cryptosporidium* spp. Parazitski stadijumi dokazani su u više od polovine ispitivanih uzoraka rečne vode, pri čemu je koncentracija iznosila 0,2–3,3 ciste/L za *Giardia* i 0,2–1,2 oociste/L za *Cryptosporidium*. Molekularnom analizom potvrđeno je prisustvo genetičkih grupa A i B vrste *G. duodenalis*, koje mogu inficirati ljude. Ovi rezultati ukazuju na postojanje potencijalnog javnozdravstvenog rizika, ali i na potrebu za sistematskim praćenjem mikrobiološkog i parazitološkog kvaliteta površinskih voda u Srbiji (Ćirković et al., 2020).

Izvori kontaminacije voda mogu biti tačkasti, kao što su ispusti komunalnih i industrijskih otpadnih voda, ili difuzni, uključujući ispiranje poljoprivrednih površina, pašnjaka i zemljišta kontaminiranog fecesom ljudi i životinja. Domaće životinje, divlje životinje i ljudi mogu istovremeno doprinositi kontaminaciji, pri čemu molekularna karakterizacija izolata ima ključnu ulogu u utvrđivanju najverovatnijeg izvora i puta prenošenja. Na primer, vrste i podtipovi *Cryptosporidium* povezani sa mladim preživarima mogu ukazivati na poljoprivredno poreklo kontaminacije, dok određeni genotipovi *Giardia* mogu biti prvenstveno povezani sa cirkulacijom među ljudima.

Sprečavanje infekcija zahteva kontrolu rizika duž celog puta od izvora kontaminacije do potrošača. Mere obuhvataju pravilno upravljanje životinjskim i komunalnim otpadom, sprečavanje direktnog dospevanja fecesa u vodotokove, kontrolu kvaliteta vode za navodnjavanje i pranje proizvoda, primenu dobre poljoprivredne i higijenske prakse, kao i edukaciju proizvođača i potrošača. Redovan nadzor vode i hrane trebalo bi da bude zasnovan na proceni rizika i da, pored detekcije parazita, kada je moguće obuhvati i molekularnu identifikaciju uzročnika.

Prenošenje parazita preko vode i svežih proizvoda jasno pokazuje međuzavisnost zdravlja ljudi, životinja i životne sredine. Kontrola se zato ne može zasnivati samo na završnom ispitivanju hrane, već zahteva integrisan pristup koji obuhvata stočarsku i biljnu proizvodnju, upravljanje otpadnim vodama, zaštitu izvorišta, praćenje domaćih i divljih životinja i pravovremenu razmenu podataka između veterinarskih, zdravstvenih i ekoloških službi.

OPŠTI IZAZOVI POVEZANI SA PARAZITSKIM BOLESTIMA PRENOSIVIM HRANOM

Sagledavanje parazitskih bolesti prenosivih hranom u kontekstu savremenih društvenih, ekonomskih i ekoloških promena neophodno je za pravilno razumevanje njihovog epizootiološkog i epidemiološkog značaja. Njihov uticaj ne može se procenjivati samo na osnovu broja registrovanih kliničkih slučajeva, jer veliki broj infekcija protiče hronično, sa nespecifičnim simptomima ili dugim periodom između infekcije i postavljanja dijagnoze. Zbog toga posledice ovih bolesti često ostaju nedovoljno prepoznate, dok su neposredni i posredni troškovi za zdravstveni sistem, stočarsku proizvodnju, bezbednost hrane i društvo u celini verovatno znatno veći nego što pokazuju zvanični podaci (Robertson, 2018).

Za procenu stvarnog opterećenja parazitskim bolestima prenosivim hranom potreban je sistemski pristup, koji povezuje epizootiološke i epidemiološke podatke sa ekonomskim pokazateljima. Integracijom epidemioloških i ekonomskih modela moguće je obuhvatiti ne samo troškove dijagnostike i lečenja ljudi, već i gubitke u stočarskoj proizvodnji, konfiskaciju organa i trupova, smanjenu produktivnost životinja, troškove sprovođenja nadzora i kontrole, kao i posledice po trgovinu i kvalitet života obolelih. Kao primer ovakvog pristupa može se navesti cistična ehinokokoza, izazvana vrstom *E. granulosus* s.l. Ovaj uzročnik je u evropskoj proceni svrstan među parazite visokog prioriteta, a posebno veliki značaj ima u jugozapadnoj i jugoistočnoj Evropi. Iako infekcija kod domaćih životinja najčešće ne dovodi do uočljive kliničke bolesti, njene ukupne ekonomske posledice, kao i posledice po javno zdravlje mogu biti značajne. Ovakav primer pokazuje da odsustvo akutnih simptoma ne znači i odsustvo ozbiljnog društveno-ekonomskog opterećenja (Aragrande and Canali, 2020).

Primena sistemskog pristupa omogućava i prepoznavanje nedostataka u raspoloživim podacima. Nedovoljno razvijeni ili neujednačeni sistemi nadzora, različite dijagnostičke metode, nepotpuno prijavljivanje infekcija i slaba razmena podataka između veterinarskog i zdravstvenog sektora otežavaju procenu rasprostranjenosti i stvarnog uticaja ovih uzročnika. Identifikovanje takvih nedostataka važno je za pravilno usmeravanje budućih istraživanja, određivanje prioriteta i donošenje mera zasnovanih na proceni rizika. Poseban značaj ima prevazilaženje tradicionalne odvojenosti između veterinarske medicine, humane medicine, bezbednosti hrane, ekonomije i zaštite životne sredine.

Na epizootiologiju parazitskih bolesti prenosivih hranom sve više utiču globalizacija i klimatske promene. Intenzivno međunarodno kretanje ljudi, životinja i hrane omogućava unošenje parazita, njihovih domaćina ili infektivnih stadijuma na nova geografska područja. Promene u proizvodnji i distribuciji hrane, povećana potrošnja svežih i minimalno obrađenih proizvoda, konzumiranje sirovog ili nedovoljno termički obrađenog mesa, kao i popularnost proizvoda od divljači mogu doprineti povećanju izloženosti potrošača. Istovremeno, klimatske promene mogu uticati na preživljavanje jaja, oocista, cista i larvi u spoljašnjoj sredini, geografsko rasprostranjenje domaćina i učestalost kontakta između domaćih životinja, divljih životinja i ljudi (Pozio, 2020).

Posledice globalnih promena nije moguće u potpunosti predvideti, jer zavise od brojnih međusobno povezanih bioloških, ekoloških, ekonomskih i društvenih faktora. Klimatski uslovi mogu povećati vijabilnost pojedinih razvojnih stadijuma parazita u životnoj sredini, dok kod drugih mogu ograničiti njihovo preživljavanje. Slično tome, međunarodna trgovina i kretanje ljudi mogu povećati rizik od širenja uzročnika, ali unapređeni sistemi kontrole i sledljivosti hrane mogu taj rizik smanjiti. Zato procena budućih trendova ne treba da bude zasnovana na pojedinačnim faktorima, već na integrisanom sagledavanju celokupnog sistema.

Koncept „Jedno zdravlje“ predstavlja najpogodniji okvir za ovakav pristup, jer povezuje zdravlje ljudi, domaćih i divljih životinja, bezbednost hrane i vode i stanje životne sredine. Efikasna kontrola parazitskih bolesti prenosivih hranom zahteva zajedničko delovanje veterinara, lekara, epidemiologa, stručnjaka za bezbednost hrane, biologa, ekologa i donosilaca odluka. Takva saradnja omogućava

objedinjavanje podataka, pravovremeno prepoznavanje novih rizika, procenu zdravstvenih i ekonomskih posledica i razvoj proporcionalnih mera nadzora, prevencije i kontrole.

DALJI KORACI U NADZORU PARAZITA PRENOSIVIH HRANOM

Dalje unapređenje nadzora parazita prenosivih hranom trebalo bi da se zasniva na prelasku sa fragmentisanog i pretežno pasivnog sistema na integrisan, aktivan i na proceni rizika zasnovan nadzor. Postojeći sistemi najčešće su usmereni na pojedine uzročnike za koje su definisane zakonske obaveze, poput *Trichinella* spp., dok se prisustvo drugih značajnih parazita, naročito *Toxoplasma gondii*, *Cryptosporidium* spp. i *Giardia duodenalis*, u životinjama, hrani i vodi prati nesistematski. Zbog toga prvi korak treba da bude određivanje nacionalnih i regionalnih prioriteta prema učestalosti uzročnika, težini bolesti, putevima prenošenja, zastupljenosti rizičnih sistema proizvodnje i prehrambenim navikama stanovništva.

Nadzor bi trebalo organizovati prema konceptu „Jedno zdravlje“, povezivanjem podataka iz veterinarske i humane medicine, laboratorija za ispitivanje hrane i vode, klanica, lovačkih organizacija i službi za zaštitu životne sredine. Zajednička elektronska baza omogućila bi povezivanje nalaza kod ljudi, domaćih i divljih životinja, kao i rezultata ispitivanja mesa, svežih proizvoda i površinskih voda. Takav sistem bi olakšao rano otkrivanje promena u rasprostranjenosti parazita, prepoznavanje prostornih i vremenskih žarišta i procenu mogućih izvora infekcije. Modeli laboratorijskih mreža razvijeni za bakterijske uzročnike mogli bi se prilagoditi parazitima, uz razmenu epidemioloških i molekularnih podataka između nadležnih institucija.

Poseban prioritet predstavlja standardizacija, validacija i harmonizacija dijagnostičkih metoda. Tradicionalni veterinarsko-sanitarni pregled ostaje važan, ali ne može otkriti sve parazitske razvojne stadijume i često ima ograničenu osetljivost. Potrebno je razvijati pristupačne, brze i pouzdane metode koje se mogu primenjivati u rutinskim laboratorijama, klanicama i objektima za preradu hrane. Molekularne metode treba koristiti ne samo za dokazivanje parazita već i za identifikaciju vrste, genotipa ili podtipa, čime se omogućavaju praćenje izvora kontaminacije i povezivanje infekcija kod ljudi sa nalazima u hrani, životinjama ili životnoj sredini. Multiplex PCR, sekvenciranje i standardizovani multilokusni sistemi tipizacije mogu biti posebno značajni tokom istraživanja epidemija (Zolfaghari Emameh et al., 2018; Trevisan et al., 2019).

Samo dokazivanje DNK parazita nije dovoljno za pouzdanu procenu rizika, jer ne potvrđuje da je pronađeni razvojni stadijum vijabilan i infektivan. Zbog toga je potrebno razvijati i validirati metode za procenu vijabilnosti oocista, cista, jaja i larvi, naročito kod *Cryptosporidium* spp., *Giardia duodenalis* i *T. gondii*. Ove metode su neophodne za procenu stvarne opasnosti za potrošače, ali i za proveru efikasnosti termičke obrade, zamrzavanja, fermentacije, dezinfekcije i drugih postupaka inaktivacije parazita u hrani.

Budući nadzor trebalo bi da bude zasnovan na riziku, umesto na jednako intenzivnom ispitivanju svih proizvoda i životinjskih populacija. Uzorkovanje treba usmeriti na svinje držane na otvorenom, meso divljači, male preživare i druge životinje iz sistema sa nižim nivoom biosigurnosti, kao i na sirove i nedovoljno

obrađene proizvode. Kod protozoarnih parazita potrebno je uključiti kontrolu vode za navodnjavanje i pranje, površinskih voda i proizvoda spremnih za neposrednu upotrebu. Posebnu pažnju zahtevaju otpadne vode, područja intenzivne stočarske proizvodnje i mesta na kojima postoji kontakt domaćih i divljih životinja.

Istovremeno je neophodno unaprediti atribuciju izvora infekcije. Za mnoge parazite nije poznato koliki deo infekcija ljudi potiče od mesa, vode, svežih proizvoda, kontakta sa životinjama ili kontaminirane životne sredine. Povezivanje molekularne epidemiologije sa podacima o potrošnji hrane, načinu proizvodnje i faktorima rizika omogućilo bi preciznije usmeravanje preventivnih mera.

Konačno, održiv sistem nadzora zahteva kontinuiranu edukaciju veterinara, laboratorijskog osoblja, proizvođača, lovaca, inspektora i stručnjaka za kontrolu kvaliteta. Rezultati nadzora moraju se redovno prevoditi u jasne preporuke i mere javne politike. Procena zdravstvenog i ekonomskog opterećenja dodatno bi omogućila poređenje troškova bolesti sa troškovima intervencija i pružila donosiocima odluka osnovu za dugoročno finansiranje nadzora.

ZAKLJUČAK

Paraziti prenosivi hranom i vodom ostaju nedovoljno prepoznati uprkos značajnim zdravstvenim i ekonomskim posledicama. Njihova kontrola zahteva istovremeno delovanje u populacijama domaćih i divljih životinja, primarnoj proizvodnji, lancu hrane, sistemima vodosnabdevanja i životnoj sredini. Najvažniji dalji koraci su nadzor zasnovan na proceni rizika, harmonizovana i kontrolisana laboratorijska dijagnostika, procena vijabilnosti infektivnih stadijuma, molekularna karakterizacija i pravovremena razmena podataka. Veterinarska služba, u saradnji sa zdravstvenim i ekološkim sektorom, ima centralnu ulogu u sprovođenju ovih mera u okviru koncepta „Jedno zdravlje“.

LITERATURA

1. Almeria, S., Robertson, L., Santin, M. (2021). Why foodborne and waterborne parasites are important for veterinarians. Research in Veterinary Science, 136, 198–199.
2. Aragrande, M., Canali, M. (2020). Integrating epidemiological and economic models to identify the cost of foodborne diseases. Experimental Parasitology, 210, 107832.
3. Bouwknegt, M. et al. (2018). Prioritisation of food-borne parasites in Europe, 2016. Eurosurveillance, 23, 17-00161.
4. Caradonna, T. et al. (2017). Detection and prevalence of protozoan parasites in ready-to-eat packaged salads on sale in Italy. Food Microbiology, 67, 67–75.
5. Chalmers, R.M. et al. (2020). Parasite detection in food: current status and future needs for validation. Trends in Food Science & Technology, 99, 337–350.
6. Ćirković, V. et al. (2020). Surface waters as a potential source of Giardia and Cryptosporidium in Serbia. Experimental Parasitology, 209, 107824.
7. EFSA BIOHAZ Panel et al. (2018). Public health risks associated with food-borne parasites. EFSA Journal, 16, e05495.

8. Efstratiou, A., Ongerth, J.E., Karanis, P. (2017). Waterborne transmission of protozoan parasites: review of worldwide outbreaks – an update 2011–2016. Water Research, 114, 14–22.
9. FAO/WHO (2014). Multicriteria-based Ranking for Risk Management of Food-borne Parasites. Microbiological Risk Assessment Series No. 23. Rome.
10. Franssen, F. et al. (2019). Inactivation of parasite transmission stages: efficacy of treatments on food of animal origin. Trends in Food Science & Technology, 83, 114–128.
11. Jones, J.L., Dubey, J.P. (2010). Waterborne toxoplasmosis – recent developments. Experimental Parasitology, 124, 10–25.
12. McKerr, C. et al. (2015). An outbreak of Cryptosporidium parvum across England and Scotland associated with consumption of fresh pre-cut salad leaves, May 2012. PLoS ONE, 10, e0125955.
13. Pozio, E. (2014). Searching for Trichinella: not all pigs are created equal. Trends in Parasitology, 30, 4–11.
14. Pozio, E. (2020). How globalization and climate change could affect foodborne parasites. Experimental Parasitology, 208, 107807.
15. Robertson, L.J. (2007). The potential for marine bivalve shellfish to act as transmission vehicles for outbreaks of protozoan infections in humans. International Journal of Food Microbiology, 120, 201–216.
16. Robertson, L.J. (2018). Parasites in food: from a neglected position to an emerging issue. Advances in Food and Nutrition Research, 86, 71–113.
17. Shapiro, K. et al. (2019). Environmental transmission of Toxoplasma gondii: oocysts in water, soil and food. Food and Waterborne Parasitology, 15, e00049.
18. Trevisan, C., Torgerson, P.R., Robertson, L.J. (2019). Foodborne parasites in Europe: present status and future trends. Trends in Parasitology, 35, 695–703.
19. Zolfaghari Emameh, R., Purmonen, S., Sukura, A., Parkkila, S. (2018). Surveillance and diagnosis of zoonotic foodborne parasites. Food Science & Nutrition, 6, 3–17.