

EBOLA - ULOGA VETERINARA U KONTROLI BOLESTI I ZNAČAJ ZA JEDNO ZDRAVLJE

Dragan Bacić¹, Tamara Radovanović¹, Nataša Stević¹

¹Katedra za zarazne bolesti životinja i bolesti pčela, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu, Republika Srbija

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

Kratak sadržaj

Ebola predstavlja jednu od najopasnijih zoonoza savremenog doba. Aktuelna epidemija bundibudžo virusa (BDBV) u Centralnoj Africi ponovo stavlja u prvi plan ključnu ulogu veterinarske struke u zaštiti javnog zdravlja. Budući da za ovaj specifični soj virusa još uvek ne postoji odobrena vakcina, odbrana populacije direktno se oslanja na primenu koncepta „Jedno zdravlje” (One Health), koji integriše humanu i veterinarsku medicinu sa zaštitom životne sredine.

Učešće veterinarske struke je nezamenljivo, naročito u endemskim područjima, jer je bez njih nemoguće dugoročno prevenirati i kontrolisati nove epidemije.

Pojava ebole kod ljudi direktno je povezana sa konzumiranjem mesa divljih životinja (tzv. *bushmeat*), pre svega slepih miševa i čovekolikih majmuna koji se love radi ishrane. Istraživanja potvrđuju da glavni izvor infekcije za ljude, pored slepih miševa, predstavljaju i leševi uginulih gorila, šimpanzi i šumskih antilopa (duikera).

Takođe, reston soj ebola virusa (REBOV) izolovan je kod domaćih svinja na Filipinima, gde je prisustvo antitela dokazano i kod odgajivača ovih životinja. Kada je reč o kućnim ljubimcima, potencijalna epidemiološka uloga mačaka i pasa još uvek nije u potpunosti razjašnjena. Dosadašnje studije pokazuju da psi mogu razviti asimptomatsku infekciju, odnosno da se mogu zaraziti virusom ebole, ali bez ispoljavanja kliničkih simptoma bolesti.

Ključne reči: Ebolavirus, rezervoari virusa, uloga veterinara, divlje životinje, “Jedno zdravlje”

UVOD

Virus ebole otkriven je 1976. godine u Demokratskoj Republici Kongo, u slivu reke Ebole, po kojoj je i dobio ime. Od tada je u Africi zabeleženo više od 25 periodičnih epidemija. Tokom 2014. godine registrovano je i nekoliko sporadičnih, importovanih slučajeva u Evropi i Severnoj Americi. U Demokratskoj Republici Kongo je u maju 2026. godine prijavljena nova, 17. po redu epidemija na ovoj teritoriji, izazvana

bundibudžo (Bundibugyo) sojem virusa, i to svega pet meseci nakon suzbijanja prethodne.

Zbog visoke stope smrtnosti (između 25% i 50%), lakog prenošenja sa čoveka na čoveka, kao i ograničenosti terapijskih opcija i vakcina za širu upotrebu, virusi ebola su svrstani u grupu A bioloških agenasa. Rad sa njima zahteva najviši nivo zaštite i sprovodi se isključivo u laboratorijama četvrtog stepena biosigurnosti (BSL-4), uz specijalnu opremu, strogu kontrolu i vrhunski obučeno osoblje.

U Evropi trenutno nema aktivnih autohtonih slučajeva, niti se virus širi među lokalnim stanovništvom. Svi dosadašnji slučajevi na evropskom tlu bili su isključivo importovani (uvezeni), a radilo se o humanitarcima i medicinskom osoblju koji su se inficirali tokom misija u Africi. U Republici Srbiji do sada nije zabeležen nijedan slučaj obolevanja od ebola.

Etiologija

Ebola virus je RNK virus koji pripada porodici *Filoviridae* (filovirusi su karakterističnog izduženog, nitastog oblika) i rodu *Orthoebolavirus* (bivši naziv *Ebolavirus*). Nova klasifikacija ebola virusa definisana je zvaničnim taksonomskim standardom Međunarodnog komiteta za taksonomiju virusa (ICTV) tokom 2023. godine. Prema ovom komitetu (ICTV, 2024/2026), rod *Orthoebolavirus* trenutno obuhvata šest zvanično priznatih vrsta:

Orthoebolavirus zairense (Zair virus ebola – EBOV): najsmrtonosnija vrsta, odgovorna za istorijsku epidemiju u Zapadnoj Africi (2014–2016) i većinu epidemija u DR Kongo. Stopa letaliteta kod ljudi iznosi i do 90%.

Orthoebolavirus sudanense (Sudan virus – SUDV): izazivač sudanske virusne bolesti sa stopom smrtnosti od 41% do 65%.

Orthoebolavirus bundibugyoense (Bundibudžo virus – BDBV): uzročnik redih epidemija u Ugandi i DR Kongo. Letalitet se kreće između 25% i 51%.

Orthoebolavirus taiense (virus Šume Tai – TAFV): do sada je registrovan samo kod jednog pacijenta (naučnika koji je vršio obdukciju zaraženog šimpanze u Obali Slonovače), a infekcija je prošla bez smrtnog ishoda.

Orthoebolavirus restonense (Reston virus – RESTV): specifičan soj izolovan na Filipinima kod makaki majmuna i domaćih svinja. Veoma je patogen za nehumane primat, ali kod ljudi izaziva isključivo asimptomatske infekcije.

Orthoebolavirus bombaliense (Bombali virus – BOMV): otkriven je kod slepih miševa u Sijera Leoneu. Nema dokaza da uzrokuje bolest kod ljudi, a *in vitro* studije sugerišu nizak afinitet za humane ćelije (Kuhn i sar., 2023).

Ebola virus je prilično osetljiv u spoljašnjoj sredini i brzo propada izvan domaćina. Međutim, u zavisnosti od vrste površine na kojoj se nalazi, temperature, vlažnosti vazduha i prisustva organskih materija, ebola virus može opstati od nekoliko sati do nekoliko nedelja (Fischer i sar., 2015). Na suvim, tvrdim površinama na sobnoj temperaturi, virus gubi infektivnost u roku od nekoliko sati do najviše nekoliko dana. U telesnim izlučevinama virus može ostati infektivan od nekoliko dana do nekoliko nedelja, a u inficiranoj krvi opstaje i do 5 dana (Chughtai i sar., 2016). Izuzetno je

osetljiv na toplotu. Infektivnost gubi za oko 60 minuta na temperaturi od 60 °C, dok ga temperatura ključanja uništava za 5 minuta. U vodi (u zavisnosti od temperature) virus može opstati između 3 i 6 dana, a u telima preminulih ljudi ili životinja (poput majmuna), virus ostaje infektivan i do 7 dana nakon smrti (Bibby i sar., 2015).

Ebola virus ima lipidni omotač, što ga čini veoma osetljivim na većinu standardnih dezinfekcionih sredstava. Za dezinfekciju se koriste preparati na bazi hlora (natrijum-hipohlorit), koji su najefikasniji i najčešće se primenjuju na terenu. Kreč (kalcijum-oksidi) se koristi za dezinfekciju zemljišta na otvorenim prostorima farmi i u jamama gde se sahranjuju uginule životinje. Posipanje debelog sloja kreča sprečava da glodari ili psi lutilice otkopaju leševe i dalje mehanički šire infekciju. Sva oprema male materijalne vrednosti (drvene hranilice, prostirka od slame, kontaminirana odeća) se ne dezinfikuje, već se odmah bezbedno spaljuje na licu mesta.

Epizootiologija

Prirodni rezervoari ebola virusa u Africi jesu voćni slepi miševi iz familije *Pteropodidae* (posebno vrste *Hypsignathus monstrosus*, *Epomops franqueti* i *Myonycteris torquata*), koji ne ispoljavaju simptome bolesti, ali fecesom i pljuvačkom izlučuju virus u spoljašnju sredinu. Ove vrste slepih miševa nisu prisutne u Evropi (Leroy i sar., 2005).

Geografska rasprostranjenost ove tri vrste slepih miševa obuhvata širok pojas tropske Afrike, uglavnom ekvatorijalni pojas kišnih tropskih i rečnih šuma i vlažnih savana. Ova zona visokog rizika od izbijanja ebole proteže se kroz više od 20 zemalja Zapadne i Centralne Afrike. Voćni slepi miševi često migriraju i prelaze državne granice, usled čega nastaju sporadične epidemije u geografski udaljenim regionima – od Gvineje u Zapadnoj Africi do Ugande na istoku kontinenta.

U Africi i Aziji, pored voćnih slepih miševa, izvori zaraze mogu biti i šimpanze, gorile, makaki majmuni, antilope i divlje svinje.

Oboljenje se u ljudsku populaciju unosi kontaktom sa krvlju, telesnim izlučevinama i organima inficiranih životinja. Ebola se širi interhumano (sa čoveka na čoveka), putem direktnog kontakta (preko oštećene kože ili sluzokože) sa krvlju, izlučevinama, organima ili telesnim tečnostima inficiranih osoba ili osoba umrlih od ebole, kao i putem indirektnog kontakta sa kontaminiranim predmetima i površinama. Virus se ne širi vazduhom, vodom ili hranom. Međutim, kontakt sa mesom divljih životinja lovljenih radi ishrane (slepi miševi, majmuni, antilope) predstavlja jedan od najčešćih načina inficiranja ljudi virusom ebole u Africi.

Virus ebole ne preživljava dugo u okruženju, a kao mera predostrožnosti, površine kontaminirane krvlju ili telesnim tečnostima treba temeljno očistiti i dezinfikovati. Ljudi koji brinu o pacijentima zaraženim ebolom treba da budu izuzetno oprezni i nose zaštitnu odeću koju propisuju Centri za kontrolu i prevenciju bolesti (CDC, 2024). Realna opasnost od toga da virus ebole mutira na način koji bi doveo do masovnog obolevanja i uginuća domaćih životinja i kućnih ljubimaca niska je do umerena, ali rizik da domaće životinje posluže kao rezervoari izuzetno je visok.

Ebolavirusi su skloni mutacijama, ali znatno sporije nego virusi gripa ili koronavirusi. Da bi virus uspešno „preskočio vrstu” i počeo da izaziva kliničku sliku kod potpuno nove životinjske vrste (domaće životinje, psi, mačke), neophodne su

mutacije na površinskim glikoproteinima virusa koji mu omogućavaju vezivanje za ćelijske receptore. Takve mutacije se retko dešavaju u kratkom vremenskom periodu.

Svinje su jedine domaće životinje za koje je naučno dokazano da mogu da se zaraze određenim sojevima ebola, poput Zair i Reston soja, uz pojavu respiratornih simptoma. Posebno zabrinjava to što svinje mogu širiti virus putem vazduha (kapljično) u uslovima gustog smeštaja na farmama, a da pritom ne pokazuju jasne simptome bolesti. Zbog toga veterinarski protokoli u DR Kongo i Ugandi stavljaju farme svinja pod najstroži nadzor.

Tokom velikih epidemija u Africi, istraživanja su pokazala da visok procenat pasa ima titar antitela protiv ebola virusa, ali nijedan pas nije pokazivao simptome bolesti i nema izveštaja o uginućima (Allela i sar., 2005; Atlas i sar., 2015). Virus kratko preživljava na njušci ili krznu kućnih ljubimaca, tako da oni mehaničkim putem mogu uneti virus direktno u domaćinstvo. Iako nema naučne potvrde da se virus može preneti krznom ili pljuvačkom pasa, najbolje je držati sve kućne ljubimce dalje od ljudi koji su bili izloženi virusu ebola.

Podaci o prirodnoj infekciji mačaka izuzetno su oskudni, a laboratorijski eksperimenti pokazuju da su mačke generalno visoko otporne na replikaciju ovog virusa. Kao i kod pasa, postoji mogućnost da virus preživi na krznu kratak vremenski period, ali za sada nema naučnih dokaza o prenosu. Ukoliko su kućni ljubimci u bliskom kontaktu sa pacijentom obolelim od ebola, vlasnik životinje bi trebalo da se posavetuje sa veterinarom (Leendertz i sar., 2016).

Do sada nisu zabeleženi slučajevi prirodne infekcije domaćih preživara. Nakon urađene eksperimentalne infekcije životinje nisu obolele, te nemaju ulogu u širenju ove bolesti.

Klinička slika kod neljudskih primata

Klinička slika kod neljudskih primata predstavlja jedan od najtežih oblika virusnih hemoragičnih groznica. Period inkubacije iznosi 2–14 dana, a klinički znaci su anoreksija (gubitak apetita), kašalj, slabost i krvarenje, pri čemu smrt (smrtnost je obično 100%) nastupa u roku od nekoliko dana. U naučnim i laboratorijskim istraživanjima određene vrste makakija služe kao primarni model za proučavanje ove bolesti jer razvijaju simptome koji su identični simptomima kod ljudi (Weingartl i sar., 2012).

U laboratorijskim uslovima gde se ispituju patogeneza bolesti, vakcine i lekovi, najčešće se koriste: cinomolgus makaki (*Macaca fascicularis*), rebus makaki (*Macaca mulatta*) i zeleni majmuni (*Chlorocebus aethiops*). Reston virus (RESTV) specifičan je po tome što izaziva tešku i smrtonosnu bolest kod makaki majmuna, ali kod ljudi ostaje asimptomatski.

Klinička slika kod ljudi

Period inkubacije iznosi od 2 do 21 dan, a u proseku oko 8 dana. Ebola je teško virusno oboljenje koje počinje iznenada, sa visokom temperaturom, intenzivnom malaksalošću, bolovima u mišićima, glavoboljom i gušoboljom. Nakon toga javljaju se povraćanje, dijareja, osip po koži, kao i poremećaj funkcije bubrega i jetre

(Ansumana i sar., 2020). U laboratorijskim nalazima zapažaju se leukopenija, trombocitopenija i povišene vrednosti enzima jetre. U terminalnoj fazi bolesti javljaju se neurološki poremećaji i znaci encefalitisa, a kod pojedinih pacijenata nastaju unutrašnja i spoljašnja krvarenja (krvarenje na mestu uboda igle, hematemeza, melena, hemoptizija itd.).

Tokom perioda inkubacije osoba nije zarazna. Oboleli su zarazni sve dok je virus prisutan u njihovoj krvi i telesnim tečnostima. Ukoliko se žena zarazi tokom trudnoće, virus perzistira u placenti, amnionskoj tečnosti i fetusu, dok se kod žena zaraženih tokom laktacije virus može dokazati u majčinom mleku. Osobe koje su preležale ebolu mogu izlučivati virus putem genitalnog sekreta mesecima nakon oporavka, te je moguć i polni prenos infekcije. Svetska zdravstvena organizacija (SZO) preporučuje da se muškarci koji su preboleli ebolu pridržavaju higijenskih mera i pravila o bezbednim seksualnim odnosima (upotreba kondoma) tokom 12 meseci od pojave prvih simptoma, odnosno sve dok dva uzastopna negativna nalaza ne potvrde da sperma više ne sadrži virus (Malvy i sar., 2019).

ULOGA VETERINARSKE STRUKE I PRIMENA KONCEPTA „JEDNO ZDRAVLJE” U KONTROLI EBOLA VIRUSA

Aktivni i pasivni nadzor nad slepim miševima i divljim životinjama

Svetska zdravstvena organizacija (SZO), Američki centri za kontrolu i prevenciju bolesti (CDC) i Organizacija za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih nacija (FAO) u zemljama sa endemskim žarištima ebola primenjuju koncept „Jedno zdravlje” (*One Health*). Na terenu se formiraju multidisciplinarni timovi sastavljeni od lekara, epidemiologa, veterinara i ekologa koji prate pojavu i kretanje aktivnih i potencijalnih žarišta. Ukoliko se u nekom području pojave oboleli ljudi, lekari alarmiraju zdravstveni sistem, dok veterinari i ekolozi odmah započinju mapiranje kretanja slepih miševa i drugih divljih životinja. Podaci o neobičnim uginućima divljači u nacionalnim parkovima automatski se prosleđuju humanom zdravstvenom sektoru (Nanyingi i sar., 2023).

Budući da za bundibudžo soj ebola virusa trenutno ne postoji odobrena vakcina, rano otkrivanje patogena u prirodi predstavlja prvu liniju odbrane. Zbog klimatskih promena i intenzivnog krčenja šuma u Centralnoj Africi, prirodna staništa voćnih slepih miševa (glavnih rezervoara virusa) rapidno se menjaju. Ekolozi prate njihove migracije ka naseljenim mestima i farmama kako bi se lokalno stanovništvo pravovremeno upozorilo. Veterinari, u bliskoj saradnji sa biologima, sprovode stalni aktivni i pasivni nadzor. Na taj način prate prisustvo virusa u populacijama slepih miševa i uspešno identifikuju oblasti visokog rizika (Hayman, 2015).

Hvatanje životinja na terenu radi prikupljanja dijagnostičkih uzoraka zahteva stroge bezbednosne protokole kako bi se sprečila infekcija istraživača. Za hvatanje slepih miševa koriste se specijalne, fine najlonske mreže ili zamke koje se postavljaju u blizini njihovih skloništa ili drveća na kojem se hrane. Istraživači obavezno nose kompletnu zaštitnu opremu: respiratore (N95 ili PAPR sisteme), zaštitne naočare, gumene čizme i višeslojne rukavice otporne na ujede. Od uhvaćenih jedinki uzimaju se brisevi usne duplje i rektuma, kao i uzorak krvi iz potkrilne vene, nakon čega se životinje bezbedno puštaju na slobodu. Praćenjem kretanja slepih miševa pomoću minijaturnih odašiljača i analizom prisustva virusa u njihovom izmetu i pljuvački,

veterinari izrađuju sezonske mape rizika koje precizno pokazuju kada je i gde verovatnoća prenošenja virusa na ljude najveća.

Za razliku od slepih miševa, koji su rezervoari virusa i ne ispoljavaju kliničke simptome, velike čovekolike majmune (gorile, šimpanze) i makakije ubrajamo u „slučajne domaćine” kod kojih infekcija dovodi do masovnog uginuća. Zbog toga se nadzor nad gorilama i šimpanzama vrši isključivo pregledom leševa pronađenih u šumi. Za analizu se uzimaju delovi kože, mišića, jetre ili slezine. Ukoliko je leš u poodmakloj fazi raspadanja (nakon nekoliko nedelja ili meseci), virusna RNK se može uspešno izolovati iz koštane srži dugih kostiju ili lobanje. Hvatanje i sedacija gorila i šimpanzi u divljini izuzetno su skupi, opasni po njihovo zdravlje i etički neprihvatljivi. Zbog toga su razvijene neinvazivne metode za dokazivanje specifičnih antitela (anti-EBOV IgG i IgM) direktno iz svežeg fecesa sakupljenog na terenu (WOAH, 2024). Kod manjih vrsta majmuna koji obitavaju u blizini ljudskih naselja primenjuje se privremeno uspavljivanje strelicama sa anestetikom (najčešće ketaminom), ispaljenim iz duvaljki ili pušaka, nakon čega se uzimaju krv, kao i oralni i rektalni brisevi.

Pasivni nadzor i ekološko praćenje životinja danas se u velikoj meri oslanjaju na savremenu tehnologiju. Pored minijaturnih odašiljača na slepim miševima, u dubini kišnih šuma postavljaju se automatizovane foto-zamke (kamere) pomoću kojih se neprekidno prati brojnost i zdravstveno stanje populacija velikih majmuna. Masovno obolevanje ili uginuće divljih primata u šumama često je prvi jasan signal da je virus u prirodi postao aktivan. Veterinarski timovi beleže vrste i broj uginulih jedinki, pružajući ključno rano upozorenje humanom zdravstvenom sektoru pre nego što virus pređe na ljude (Hayman, 2015).

Terenska dijagnostika i metode testiranja

U zemljama gde se ebola javlja endemski, veterinarske službe u samim žarištima epidemije koriste mobilne terenske laboratorije i prilagođene, visoko sofisticirane metode za testiranje životinja i postavljanje brze dijagnoze (WOAH, 2022). Testiranje životinja u divljini ili na farmama predstavlja ogroman biosigurnosni izazov. Veterinari na terenu uzorkuju krv obolelih ili sumnjivih jedinki, briseve usne duplje i nosa, dok se od uginulih životinja uzimaju delovi parenhimatoznih organa. Tokom rada sa potencijalno zaraznim materijalom obavezno je nošenje specijalnih hermetičkih skafandera i strogo poštovanje četvrtog nivoa biosigurnosti (BSL-4). Žive životinje se pre uzorkovanja bezbedno imobilizuju, odnosno sediraju (FAO, 2020).

Za dijagnozu ebola u terenskim uslovima koriste se sledeće metode:

RT-PCR: predstavlja zlatni standard u dijagnostici ebola (WHO, 2024). Terenske laboratorije koriste prenosive, zatvorene PCR uređaje (poput *GeneXpert* sistema). Glavna prednost ove metode jeste brzina (rezultati su spremni za manje od dva sata) i visoka preciznost, jer direktno detektuje genetski materijal (RNK) virusa (CDC, WHO, 2024).

Brzi antigenski testovi (RDT): primenjuju se za preliminarnu dijagnostiku na samom terenu, naročito prilikom pronalaska leševa divljih životinja u šumi. Funkcionišu slično brzim testovima na koronavirus – daju rezultat za 15 do 20 minuta na osnovu

prisustva virusnih proteina, ali se svaki pozitivan nalaz mora naknadno potvrditi PCR metodom (CDC, WHO, 2024).

Serološki testovi (ELISA): koriste se u epidemiološkom nadzoru zdravih životinja (poput pasa ili svinja) kako bi se utvrdilo prisustvo specifičnih antitela protiv ebola virusa. Ovim testovima se mapira da li je životinja u prošlosti bila u kontaktu sa virusom ili je preležala infekciju (CDC, WHO, 2024).

Podaci prikupljeni sa terena unose se u složene računarske modele koji pomažu naučnicima da predvide gde i kada postoji najveća opasnost od izbijanja nove epidemije ebola. Istraživači kombinuju podatke o tačnim lokacijama gde su pronađeni zaraženi slepi miševi sa satelitskim snimcima visoke rezolucije. U računarske sisteme unose se ekološki parametri kao što su gustina vegetacije, prosečne temperature, količina padavina i nadmorska visina. Softver potom mapira geografske oblasti koje imaju identične ekološke uslove kao i mesta u kojima virus već dokazano cirkuliše. To omogućava pravovremeno otkrivanje „skrivenih” prirodnih žarišta u kojima ebola verovatno postoji, iako u njima još uvek nije zabeležen nijedan zvaničan slučaj obolevanja kod ljudi.

Prevenција prenosa sa životinja na ljude

Spillover (*spillover*), odnosno prelazak virusa sa životinja na ljude, najčešće se dešava u ruralnim sredinama koje se graniče sa šumskim područjima. U tim oblastima lokalno stanovništvo tradicionalno lovi slepe miševe, majmune i antilope radi ishrane. S obzirom na to da je infekcija putem kontakta sa mesom i manipulacije trupovima izuzetno česta, uvodi se obavezna kontrola mesa divljači.

Lov, klanje i konzumacija mesa divljih životinja (primata, slepih miševa, šumskih antilopa) glavni su uzroci primarne infekcije kod ljudi. Veterinari svakodnevno rade na edukaciji lokalnog stanovništva o potencijalnim rizicima od infekcije i sprovode sanitarni nadzor. Veterinarske službe obučavaju farmere i lovce kako da prepoznaju bolesne životinje i kako da bezbedno postupaju u kontaktu sa divljom faunom (Leendertz i sar., 2016).

Pored toga, veterinari vrše kontrolu i nadzor domaćih životinja i kućnih ljubimaca. Iako domaće životinje ne obolevaju kao ljudi, one mogu igrati ulogu u prenošenju virusa. Tokom ranijih istraživanja (posebno kod Reston soja ebola), utvrđeno je da svinje mogu da se zaraze i šire virus respiratornim putem. Zbog toga veterinari vrše strog nadzor nad farmama svinja u rizičnim regionima (Weingartl i sar., 2013). Psi i mačke u zonama epidemije mogu doći u kontakt sa kontaminiranim materijalom (npr. izlučevinama pacijenata). Veterinari su zaduženi za uspostavljanje protokola za karantin, testiranje i bezbedno postupanje sa kućnim ljubimcima u zaraženim područjima kako bi se isključio rizik od mehaničkog prenošenja virusa na vlasnike. Za sve eksponirane životinje (koje su bile u kontaktu sa obolelim ljudima ili njihovim izlučevinama) propisuje se obavezan karantin u trajanju od minimalno 21 dan (što pokriva maksimalni period inkubacije).

Tokom same epidemije, veterinarske službe su integrisane u krizne štabove i zadužene su za neškodljivo uklanjanje leševa životinja (spaljivanje ili zakopavanje), kao i za dezinfekciju kontaminiranih prostora (farmi, pijaca). Takođe, veterinari

određuju privremeno zatvaranje pijaca na kojima se prodaje divljač u zahvaćenim regionima.

Veterinari virusolozi i imunolozi nalaze se na prvoj liniji fronta. Oni u laboratorijama aktivno učestvuju u istraživanju patogeneze, proučavanju načina na koji virus opstaje u prirodi i kako mutira. Osim toga, razvoj i testiranje vakcina (kako za ljude, tako i potencijalnih oralnih vakcina za divlje životinje) sprovodi se kroz zajedničke veterinarske i biomedicinske istraživačke projekte (Nanyingi i sar., 2023).

Protokoli za postupanje sa životinjama u zonama pod karantinom

U zonama gde je proglašen karantin zbog ebole, sprovode se strogi veterinarsko-sanitarni protokoli koji obuhvataju sledeće mere:

Potpuna zabrana lova i trgovine „mesom divljači” (*bushmeat*): Sve lokalne pijace na kojima se prodaje meso divljih životinja (primati, slepi miševi, antilope) u zahvaćenim zdravstvenim zonama momentalno se zatvaraju i dezinfikuju. Svako zatečeno meso divljači se konfiskuje i spaljuje pod strogim nadzorom veterinarskih inspektora, jer virus može opstati u sirovom mesu (WOAH, 2021).

Aktivni nadzor i izolacija domaćih životinja (posebno svinja): Sve domaće životinje (svinje, koze, ovce) moraju biti zatvorene u objektima. Slobodno kretanje životinja kroz sela u zoni karantina najstrože je zabranjeno kako ne bi došle u kontakt sa izlučevinama voćnih slepih miševa ili obolelih ljudi. Sprovodi se poseban režim biološke sigurnosti koji uključuje obaveznu dezinfekciju vozila, zaštitnu opremu za radnike i zabranu transporta životinja van ugrožene zone (Kobinger i sar., 2011).

Nadzor nad kućnim ljubimcima u zaraženim domaćinstvima: Ako je u nekom domaćinstvu potvrđen slučaj ebole kod ljudi, psi i mačke se stavljaju u izolaciju unutar tog imanja na period od 21 dan (vreme inkubacije). Kućnim ljubimcima je zabranjen pristup prostorijama gde borave oboleli ljudi da bi se onemogućio kontakt sa telesnim tečnostima pacijenata. Iako psi ne pokazuju kliničke znake bolesti, oni mogu mehanički preneti virus putem krzna ili njuške ukoliko dođu u kontakt sa zaraznim materijalom (Atlas, 2015; WOAH, 2025).

Protokol i postupanje sa uginulim životinjama: Svako uginuće domaće ili divlje životinje u zoni karantina mora se odmah prijaviti veterinarskoj službi. Lokalnom stanovništvu je strogo zabranjeno da dira ili otvara leševe životinja. Veterinarski timovi u punoj zaštitnoj opremi (PPE) uzimaju uzorke za laboratorijsku analizu, a zatim leševe spaljuju ili zakopavaju na dubinu od najmanje dva metra, uz obilnu upotrebu hlornih preparata ili kreča (WOAH, 2024).

Edukativni programi u lokalnim zajednicama

S obzirom na to da za sve sojeve ebola virusa ne postoji licencirana vakcina, edukacija i promena obrazaca ponašanja predstavljaju primarnu strategiju za zaustavljanje širenja infekcije. SZO, UNICEF i druge organizacije sprovode različite programe edukacije:

UNICEF u školama sprovodi intenzivne radionice o higijeni i pranju ruku (WASH programi). Deca se obučavaju o merama prevencije kako bi te ključne informacije

prenela svojim porodicama i proširila svest unutar izolovanih seoskih zajednica (WOAH, 2025).

Angažovanje lokalnih lidera sprovodi se u cilju prevazilaženja nepoverenja prema zdravstvenim radnicima. Različite humanitarne organizacije organizuju direktne razgovore (tzv. društvene dijaloge) u školama, zatvorima i verskim ustanovama. Fokus je na razbijanju mitova, lažnih glasina i izgradnji poverenja u centre za izolaciju i lečenje ebole.

Tradicionalni pogrebni običaji koji uključuju pranje i dodirivanje tela preminulih jedan su od glavnih izvora širenja virusa. Specijalni timovi edukuju verske vođe i starešine plemena o načinu za bezbedno sahranjivanje bez direktnog kontakta sa telom preminulog (WOAH, 2025).

Organizacije poput „Veterinari bez granica“ angažuju lokalne veterinare koje meštani poznaju i u koje imaju poverenja. U saradnji sa crkvom, školama i lokalnim radio-stanicama, oni edukuju stanovništvo o ishrani, higijeni i opasnostima dodirivanja uginulih šumskih životinja.

Imunoprofilaksa

Razvoj vakcina protiv ebola virusa predstavlja jedan od najvećih uspeha savremene virusologije i biotehnologije, transformišući ebolu iz bolesti sa masovnim letalitetom u infekciju koja se može uspešno kontrolisati. Danas je u svetu zvanično odobreno nekoliko vrsta vakcina za humanu populaciju, pre svega za najsmrtonosniju vrstu – *Orthoebolavirus zairense* (EBOV).

„Ervebo“ vakcina: odobrena je od strane Američke agencije za hranu i lekove (FDA) za prevenciju bolesti izazvane virusom ebole (vrsta *Orthoebolavirus zairense*) kod osoba starijih od 12 meseci, kao jednokratna doza. Ervebo je živa, atenuirana rekombinantna vakcina protiv virusa vezikularnog stomatitisa (VSV); vakcina sadrži samo gen virusa ebole, a ne ceo virus. ERVEBO ne pruža zaštitu od drugih vrsta ortoebolavirusa ili ortomarburgvirusa. Kliničku efikasnost vakcine potvrdila je randomizovana klasterka studija vakcinacije tokom epidemije u Gvineji (2014–2016). U ovoj studiji, 3.775 ljudi u bliskom kontaktu sa osobom kojoj je dijagnostikovana ebola, kao i njihovi bliski kontakti, primili su neposrednu vakcinaciju. Niko od vakcinisanih nije razvio kliničke simptome ebole 10 ili više dana nakon vakcinacije.

„CAd3-EBO“ vakcina: napravljena je u SAD, a zasniva se na adenovirusu šimpanza. U ovoj vakcini je adenovirus šimpanza (Ad3) genetski izmenjen tako da eksprimira površinske proteine dve vrste ebola virusa (Zair i Sudan).

„Janssen“ dvokomponentna vakcina: belgijska kompanija *Janssen (Janssen Pharmaceuticals)* dizajnirala je dvokomponentnu heterologu vakcinu koja koristi dva različita vektora i sastoji se od dve doze. Prva doza (**Zabdeno**) koristi adenovirus tip 26 (Ad26) koji eksprimira glikoprotein Zair ebola virusa. Druga doza (**Mvabea**), koja se daje nakon 8 nedelja, koristi modifikovani virus vakcinije Ankara (MVA) koji eksprimira proteine nekoliko vrsta ebole (Zair, Sudan) i Marburg virusa. Odobrena je od strane Evropske agencije za lekove (EMA) 2020. godine. Koristi se prvenstveno za dugoročnu profilaksu (zaštitu) u zemljama koje se graniče sa endemskim zonama,

kao i za zdravstvene radnike na terenu, ali nije pogodna za brzo suzbijanje akutnih epidemija zbog dugog vremenskog razmaka između doza.

U okviru koncepta „Jedno zdravlje” aktivno se razvijaju i testiraju vakcine za šimpanze i gorile. Cilj je da se imunizacijom ugroženih životinja spreči njihovo masovno uginuće, ali i da se stvori barijera koja onemogućava prelazak virusa na ljude koji ih love. Za životinje se najviše radi na dizajniranju oralnih vakcina koje se mogu distribuirati putem mamaca u prašumama (Rabinowitz i sar., 2015).

Veterinari i tehničari koji planiraju rad u humanitarnim misijama ili istraživanjima u rizičnim regijama moraju primiti vakcinu protiv ebole (npr. *Ervebo*).

ZAKLJUČAK

Veterinarska struka predstavlja integralnu i nezamenljivu komponentu u globalnoj arhitekturi odbrane od zoonoza, uključujući i ebolavirus. Kroz ekološki nadzor divlje faune, sprečavanje formiranja novih rezervoara među domaćim životinjama i sprovođenje rigoroznih biosigurnosnih mera, veterinarska medicina direktno prekida lanac transmisije patogena na mestu njegovog nastanka, eliminišući pretnju pre nego što ona poprimi pandemijske razmere.

Iako je šansa da ebola inficira populacije kućnih ljubimaca minimalna, koncept „Jedno zdravlje” nalaže maksimalan oprez. Zbog toga se u zonama karantina primenjuje striktna izolacija kućnih ljubimaca (kako ne bi lutali i dolazili u kontakt sa zaraznim otpadom) i sprovodi se strog biološki nadzor nad farmama svinja.

Suzbijanje ebole je nemoguće ukoliko se fokusiramo isključivo na lečenje ljudi. Kontrolom izvora zaraze, presecanjem lanaca transmisije među životinjama i rigoroznom asanacijom terena, veterinari predstavljaju prvu, neprobojnu liniju fronta u sprečavanju globalnih pandemija.

LITERATURA

1. Allela L, Bourry O, Pouillot R, Délicat A, Yaba P, Kumulungui B, et al. Ebola virus antibody prevalence in dogs of Ebola outbreak areas. *Emerging Infectious Diseases*. 2005;11(3):385-392.
2. Ansumana R, Keitell S, Roberts CH, Ntoumi F, Murthy S, Lashley F, et al. Clinical aspects of Ebola virus disease: a review. *International Journal of Infectious Diseases*. 2020;98:222-227.
3. Atlas RM. Ebola virus disease and the veterinary perspective. *Emerging Microbes & Infections*. 2015;4(1):1-2.
4. Bibby K, Fischer RJ, Casson LW, de Magalhaes DP, Munster VJ, Haas CN. Persistence of Ebola Virus in Sterilized Wastewater. *Environmental Science & Technology Letters*. 2015;2(9):245-249.
5. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Ebola Lab Guidance - Specimen Collection and Transport. Atlanta: CDC; 2024.
6. Chughtai AA, Barnes M, Macintyre CR. Persistence of Ebola virus in various body fluids during convalescence: evidence and implications. *Epidemiology and Infection*. 2016;144(8):1652-1660.
7. Feldmann H, Marzi A, de Wit E, Laupland K, Kobinger G, Munoz-Fontela C, et al. Animal Models of Ebolavirus Infection. *Zoonoses and Public Health*. 2017;64(5).

8. Fischer RJ, Judson S, Miazgowicz K, Bushmaker T, Prescott J, Munster VJ. Ebola Virus Stability on Surfaces and in Fluids in Simulated Outbreak Environments. *Emerging Infectious Diseases*. 2015;21(7):1243–1246.
9. Food and Agriculture Organization (FAO). African animal trypanosomosis and other zoonoses: Biosafety and biosecurity standards for veterinary interventions. Rome: FAO; 2020.
10. Hayman DT. Ebola virus disease and non-human primates: Relevance to public health and veterinary medicine. *Journal of Medical Primatology*. 2015;44(5):261-271.
11. International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV). Family Filoviridae - Genus: Orthoebolavirus. ICTV Genus Report. 2024/2026.
12. Kobinger GP, Leung A, Neufeld J, Richardson JS, Falzarano D, Smith G, et al. Replication, pathogenicity, and transmission of Ebola virus in pigs. *The Journal of Infectious Diseases*. 2011;204(2):200-208.
13. Kuhn JH, Biedenkopf N, Bukreyev A, Chandran K, Di Paola N, Formenty PBH, et al. Renaming of genera Ebolavirus and Marburgvirus to Orthoebolavirus and Orthomarburgvirus, respectively, and introduction of binomial species names within family Filoviridae. *Archives of Virology*. 2023;168(9):232.
14. Leendertz SA, Wich SA, Ancrenaz M, Bergl RA, Gonder MK, Humle T, et al. Ebola in Italy? Review of the zoonotic risk and role of the veterinary services. *Veterinary Record*. 2016;178(9):213-217.
15. Leroy EM, Kumulungui B, Pourrut X, Rouquet P, Hassanin A, Yaba P, et al. Fruit bats as reservoirs of Ebola virus. *Nature*. 2005;438(7067):575-576.
16. Malvy D, McElroy AK, de Clerck H, Günther S, van Griensven J, Wessellmann S, et al. Ebola virus disease. *The Lancet*. 2019;393(10174):936-948.
17. Nanyingi M, Muturi M, Muema J, Kairu-Wanyoike S, Nyamota R, Thumbi SM, et al. Brief review on ebola virus disease and one health approach. *Heliyon*. 2023;9(8).
18. Rabinowitz PM, Pappaioanou M, Bardosh KL, Conti L, De Long S, Natterson-Horowitz B, et al. One Health, Vaccines and Ebola: The Opportunities for Shared Benefit. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2015;370(1671).
19. Weingartl HM, Embury-Hyatt C, Nfon C, Smith G, Kobinger G. Transmission of Ebola virus from pigs to non-human primates. *Scientific Reports*. 2012; 2:811.
20. Weingartl HM, Nfon C, Kobinger G. Ebola virus in domestic animals: a veterinary and public health perspective. *Expert Review of Anti-infective Therapy*. 2013;11(4):377-383.
21. World Health Organization, Food and Agriculture Organization, World Organisation for Animal Health. Joint Risk Assessment Operational Tool (JRA OT): An operational handbook for mitigating risks from zoonotic diseases. Geneva: WHO; 2021.
22. World Health Organization. Diagnostic testing for Ebola and Marburg virus diseases: interim guidance. Geneva: WHO; 2024.
23. World Health Organization. Guidance on regulations for the transport of infectious substances 2023–2024. Geneva: WHO; 2023.
24. World Organisation for Animal Health (WOAH). Terrestrial Animal Health Code: Chapter 1.1. – Notification of diseases, infections and infestations, and provision of epidemiological information. Paris: WOAH; 2025.

25. World Organisation for Animal Health (WOAH). Guidelines for Investigation of Suspicious Biological Events Related to Animal Health. Paris: WOA; 2021.
26. World Organisation for Animal Health (WOAH). Terrestrial Manual. Paris: WOA; 2022.
27. World Organisation for Animal Health (WOAH). Chapter 5.9.: Quarantine measures applicable to non-human primates. Paris: WOA; 2018.
28. World Organisation for Animal Health (WOAH). Chapter 4.13.: Disposal of dead animals. Paris: WOA; 2024.
29. World Health Organization (WHO). Risk communication and community engagement readiness and response toolkit: Ebola disease. Geneva: WHO; 2025.

EBOLA – THE ROLE OF VETERINARIANS IN DISEASE CONTROL AND ITS SIGNIFICANCE FOR ONE HEALTH

Dragan Bacić¹, Tamara Radovanović¹, Nataša Stević¹

Department of Infectious Animal Diseases and Bee Diseases, Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade, Republic of Serbia.

*Corresponding author's e-mail: bacid@vet.bg.ac.rs

Summary

Ebola is one of the most dangerous zoonoses of the modern era. The current outbreak of the Bundibugyo virus (BDBV) in Central Africa once again highlights the crucial role of the veterinary profession in safeguarding of public health. Since there is currently no approved vaccine for this specific strain of virus, control of the disease relies directly on the implementation of the "One Health" concept, which integrates human and veterinary medicine with environmental protection.

The involvement of the veterinary sector is indispensable, particularly in endemic areas, as preventing and controlling new outbreaks in the long term is impossible without it.

The emergence of Ebola in humans is directly linked to the consumption of wild animal meat (bushmeat), primarily bats and non-human primates that are hunted for food. Research confirms that, along with bats, the main sources of infection for humans are the carcasses of deceased gorillas, chimpanzees, and forest antelopes (duikers).

Furthermore, the Reston ebolavirus strain (REBOV) has been isolated from domestic pigs in the Philippines and presence of antibodies was confirmed in swine farmers. Regarding domestic pets, the potential epidemiological role of cats and dogs isn't clear. Existing studies indicate that dogs can develop an asymptomatic infection, meaning they can become infected with the Ebola virus without displaying any clinical symptoms of the disease.

Keywords: Ebolavirus, virus reservoirs, role of veterinarians, wildlife, "One Health"