

Forenzička patologija u prosuđivanju zlostavljanja životinja - trovanje životinja metaldehidom



Željko Mihaljević*, Šimun Naletilić i Stjepan Brzica

Sažetak

Metaldehid je aktivni sastojak u limacidima, pripravcima koji služe za suzbijanje puževa. Trovanja životinja metaldehidom mogu biti slučajna, ali i namjerna. Najčešće je trovanje metaldehidom opisano u pasa, u kojih se znaci otrovanja mogu pojaviti već nakon 10-tak minuta, ali se najčešće pojave 1-3 sata nakon ingestije otrova. Antidot za metaldehid ne postoji i terapija se svodi na eliminaciju metaldehida iz organizma i kontrolu mišićnog tremora i konvulzija. Ovaj tekst objedinjuje naša iskustva

s forenzičkim prosuđivanjem zlostavljanja životinja trovanjem metaldehidom (tri psa, jedna mačka i jedan jež). Opisane su patološke i patohistološke lezije. Opravdana sumnja na trovanje metaldehidom postavljena je specifičnim nalazom zeleno plavog pastoznog sadržaja u želudcu i crijevima. Konačna dijagnoza postavljena je toksikološkim dokazom metaldehida u sadržaju želuca, bubregu i jetri.

Ključne riječi: metaldehid, limacid, trovanje, pas, forenzička patologija

Uvod

Namjerno trovanje životinja je zločin sam po sebi. Mišljenje je da je to važan indikator drugih nedjela protiv ljudi i zločinačke osobnosti (Janssen, 2007., Levitt i sur., 2016.). Poznato je da se veterinari vrlo često susreću s namjernim trovanjem životinja. Patolozi se redovito susreću sa slučajevima trovanja životinja, a svaki pojedini slučaj uključuje zlostavljanje kao moguću diferencijalnu dijagnozu za nađene ozljede na truplu

životinje. Na metodičan način se otkriju i zabilježe ozljede, bolest i abnormalnosti te se znanstveno i logički tumače na način da sud razumije uzrok i značenje nađenih patoloških promjena (Parry i Stoll, 2020.). Ovaj tekst objedinjuje naša iskustva s forenzičkim prosuđivanjem o zlostavljanju životinja trovanjem metaldehidom koji je aktivni sastojak u limacidima, pripravcima koji služe za suzbijanje puževa.

Dr. sc. Željko MIHALJEVIĆ*, dr. med. vet., znanstveni savjetnik, (dopisni autor, e-mail miha@veinst.hr), Šimun NALETILIĆ, dr. med. vet., stručni suradnik, Hrvatski veterinarski institut, Zagreb, Hrvatska; Stjepan BRZICA, dipl. ing., samostalni vještak za toksikološka vještačenja, Centar za forenzička ispitivanja, istraživanja i vještačenja „Ivan Vučetić“, Zagreb, Hrvatska

Metaldehid

Metaldehid je otrovan za sve domaće životinje, a trovanja su opisana u: pasa, mačaka, ptica, konja, ovaca, koza i goveda (Campbel i Chapman, 2000., Puschner, 2006., Srebočan i Srebočan, 2009., Blakley, 2021.). Koristi se kao limacid koji se može kupiti bez posebnih ograničenja. Na hrvatskom tržištu najzastupljeniji limacid je „Pužomor,, u obliku mamca (pelete) plave boje, a nalazimo ih i u obliku tekućine i praška (Puschner, 2006., Srebočan i Srebočan, 2009., Blakley, 2021.). Životinje su najčešće namjerno otrovane mamcima za puževe inkorporiranim u hranu. Peleti metaldehida „Pužomor“ su napravljeni tako da privlače puževe, a zbog dodataka na bazi šećerne melase imaju palatabilne karakteristike koje privlače pse i mačke. Međutim, ako se koristi prema uputama proizvođača, rizik od smrti zbog slučajnog trovanja psa ili mačke gotovo da ne postoji. Zbog toga kod smrti životinje trovanje metaldehidom možemo primarno smatrati zlostavljanjem životinje. Naime, pužomorom se tretiraju zasađene

površine rasipanjem mamaca po tlu, ispod i između biljaka (ne na biljke) u najvećim količinama od 30-40 kg/ha (300-400 g na 100 m²) (Anonymous, 2014.). U pasa oralna LD₅₀ metaldehida iznosi 100 mg/kg (Talcott, 2003., Puschner, 2006., Srebočan i Srebočan, 2009.), a pužomor sadrži 6 % metaldehida (Anonymous, 2014.). Tako bi pas od 30 kg morao pojesti 50 g pužomora s 12,5 m² površine. U nekih vrtlara postoji navika da se pužomor ostavlja u grudicama kraj biljke što onda predstavlja rizik za životinje. Za većinu domaćih životinja je određena oralna LD₅₀ za trovanje metaldehidom koja je prikazana u Tabeli 1. (Talcott, 2003., Puschner, 2006., Srebočan i Srebočan, 2009.).

U pasa se klinički simptomi pojavljuju već u dozi od 2 mg/kg (Yas-Natan i sur., 2007., De Roma i sur., 2017.). Sekundarno trovanje može uslijediti nakon ingestije uginulih puževa, a zabilježeno je i u ptica (Srebočan i Srebočan, 2009.). Od divljih životinja slučajnim trovanjem najčešće stradavaju ježevi (Nolte, 2012.).

Mehanizam toksičnog djelovanja

Točan mehanizam toksičnog učinka metaldehida velikim dijelom je još nepoznat. U limacidima djeluje direktnim kontaktom na puževe tako da povećava sekreciju sluzi do njihovog uginuća od dehidracije (Talcott, 2003.). U domaćih životinja i ptica se metaldehid, točnije tetramer acetaldehida, nakon ingestije direktno resorbira u probavnom sustavu. Lokalno, u želudcu i crijevima nadražuje sluznicu, a nakon resorpcije prolazi krvno-moždanu barijeru gdje prouzroči sniženje koncentracije γ -aminomaslačne kiseline (GABA), noradrenalina i serotonina (5-hidroksitriptamin, 5HT) te povećanje aktivnosti enzima monoaminoooksidaze (MAO-A i MAO-B) u mozgu (Homeida i Cooke, 1982., Puschner, 2006., Yas-Natani sur.,

Tabela 1. Uspostavljene LD₅₀ doze na pojedinim životinjskim vrstama

Životinjska vrsta	LD ₅₀ (mg/kg)
Pas	100
Konj	300-400
Mačka	207
Govedo	400-500
Ovca	300
Koza	800
Svinja	400-500
Štakor	700
Zamorčić	500
Kunić	1250
Kokoš	500
Patka	300

2007.). Smanjenje koncentracije GABA, glavnog inhibicijskog neurotransmitora u središnjem živčanom sustavu, dovodi do snažne ekscitacije središnjega i perifernoga živčanog sustava, a smanjena koncentracija noradrenalina i serotonina povezana je s nastankom grčeva (Dolder, 2003., Puschner, 2006., Bates i sur., 2012.). Budući da monoaminoooksidaze sudjeluju u razgradnji noradrenalina i serotonina, povećanje njihove aktivnosti dovodi do još većeg smanjenja koncentracija noradrenalina i serotonina. Zbog tremora muskulature javlja se hipertermija, koja ukoliko se tjelesna temperatura povisi iznad 41,6 °C može dovesti do generalizirane stanične nekroze i akutnog zatajenja organa (Dolder, 2003., Yas-Natan i sur., 2007.). Metaldehid izaziva i pojavu metaboličke acidoze, prouzročeci promjene u koncentraciji elektrolita i acidobaznoj ravnoteži što dovodi do depresije i hiperpneje (Puschner, 2006.).

Klinička slika

Pojava kliničkih simptoma trovanja uslijedi 10 minuta do nekoliko sati nakon ingestije, a najjače su izraženi 1-3 sata nakon ingestije (Dolder, 2003., Yas-Natan i sur., 2007., Blakley, 2021.). Blagi klinički znaci trovanja su: potištenost, pojačana ekscitiranost, pjena na ustima, povraćanje, bolovi u trbuhu, proljev i fascikulacije mišića. Teški klinički znaci trovanja uključuju: pad krvnog tlaka, tahikardiju, zadihanost, nistagmus, midrijazu,

dehidraciju, hipertermiju, depresiju disanja, konvulzije, kontinuirane tonične grčeve, komu, ataksiju, a zbog zastoja disanja i smrt (Campbel i Chapman, 2000., Dolder, 2003., Puschner, 2006., Yas-Natan i sur., 2007., Srebočan i Srebočan, 2009., Bates i sur., 2012., Blakley, 2021.). Oštećenje jetre se pojavljuje 48 sati nakon ingestije metaldehida (Bates i sur., 2012.). Najčešći klinički simptomi su: visoka temperatura i trzanje mišićja, a u pasa je često i pojačano slinjenje, povraćanje i proljev, često s krvavim sadržajem (Firth, 2007., Yas-Natan i sur., 2007., De Roma i sur., 2017., Blakley, 2021.). U mačaka se najčešće javlja nistagmus (Puschner, 2006.). U domaćih i divljih se životinja primijeti i nemogućnost stajanja, sljepoća, pojačano slinjenje, dehidracija, ubrzano disanje i konvulzije (Dolder, 2003., Srebočan i Srebočan, 2009., Blakley, 2021.). Otropane životinje obično nakon nekoliko sati ugibaju u akutnom tijeku ili nekoliko dana od zatajenja jetre, bubrega i respiracije (Puschner, 2006., Bates i sur., 2012., Blakley, 2021.) (Tabela 2.).

Konačna dijagnoza postavlja se nalazom metaldehida u želučanom sadržaju, urinu, krvi ili tkivu kromatografskom analizom (Saito i sur., 2008., De Roma i sur., 2017.). Nažalost, ne postoji specifični antidot za metaldehid (Firth, 2007., Yas-Natan i sur., 2007., Blakley, 2021.). Terapija se svodi na eliminaciju metaldehida iz organizma (uporaba emetika, ispiranje želuca, klistiranje) i kontrolu mišićnog tremora

Tabela 2. Vrijeme pojavljivanja kliničkih simptoma nakon ingestije metaldehida

Klinički simptomi	Vrijeme nakon ingestije metaldehida
Gastrointestinalni simptomi (povraćanje, proljev, bol u trbuhu)	30 minuta - 48 sati (u prosjeku oko 2 sata)
Živčani simptomi (konvulzije, drhtanje, tremor, nekoordinirano kretanje)	10 minuta - 48 sati (u prosjeku 3 sata)
Respiratorni i cirkulatorni simptomi (povišena temperatura, pad krvnog tlaka, zadihanost)	10 minuta - 24 sata (u prosjeku 3 sata)

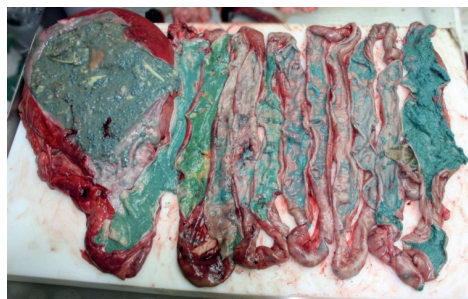
i konvulzija te osiguranje adekvatne kardiovaskularne i respiratorne funkcije (Blakley, 2021.).

Prikaz slučajeva

Od 2019. do 2021. godine u Laboratorij za opću patologiju zaprimljeno je 5 lešina - 3 psa, 1 mačka i jedan jež (*Erinaceus europaeus*) - za koje se opravdano sumnjalo da su uginuli zbog trovanja limacidima. U četiri slučaja veterinar je postavio sumnju u namjerno trovanje limacidima, dok se u ježa postavila sumnja na slučajno trovanje.

Prvi slučaj

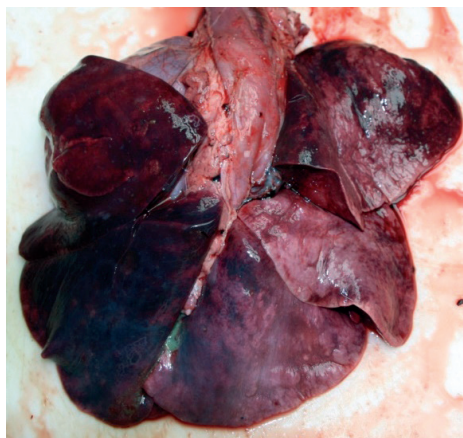
Na razudbu su dostavljena dva psa, pasmine Kangal, muškog i ženskog spola, istog vlasnika s anamnezom perakutnog uginuća popraćenog živčanim simptomima, jakim slinjenjem i proljevom zelene boje. Razudbom je u obje lešine utvrđen gotovo identičan patoanatomski nalaz. U ustima, ždrijelu i jednjaku nađe je zeleno-plavi pastozni sadržaj u kojem su vidljive pojedinačne valjkaste granule veličine 3 x 1 mm (Slika 1.).



Slika 1. Specifični zeleno plavi pastozni sadržaj u želudcu i crijevima psa s vidljivim granulama limacida u želudcu i krvarenjima po sluznici crijeva

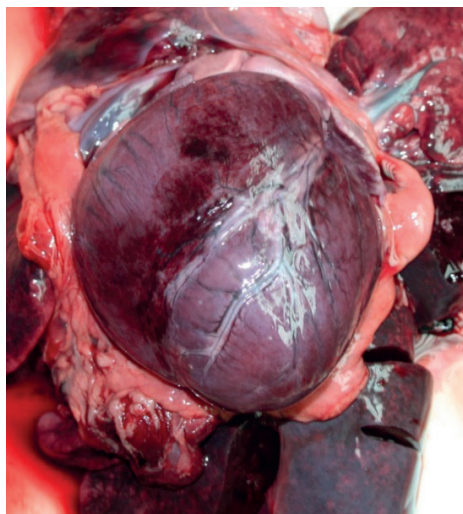
U želudcu je bilo oko 1 kg zeleno-plavog pastoznog sadržaja s valjkastim granulama i primjesom djelomično probavljenog mesa. Na tankim i debelim

crijevima bila su vidljiva krvarenja po sluznici, a u lumenu se nalazio zeleno-plavi pastozni sadržaj. Uočena je punokrvnost i edem pluća s točkastim krvarenjima u parenhimu (slika 2).



Slika 2. Edem i punokrvnost pluća psa

Srce je bilo blago povećano s konfluirajućim točkastim krvarenjima po epikardu, miokardu i endokardu (slika 3.).



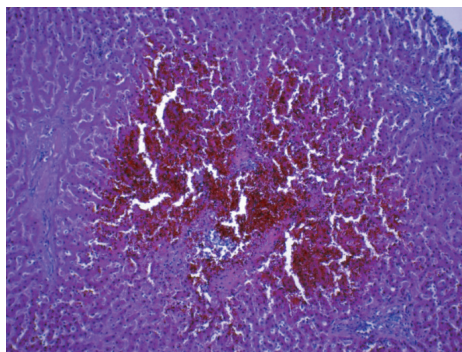
Slika 3. Konfluirajuća točkasta krvarenja po epikardu srca

Jetra je bila povećana s blago zaobljenim rubovima, a na prerezu su uočena nasumična nepravilna područja tamno-smeđe boje. Po kori bubrega su multifokalno uočene bijelo-žute točkaste promjene promjera oko 1 mm i točkasta krvarenja. Na ostalim parenhimskim organima bila je vidljiva jaka kongestija.

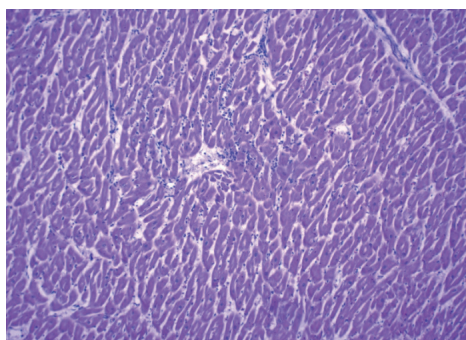
Patohistološkom pretragom na srcu je utvrđena degeneracija miofibrila s krvarenjima i multifokalnim limfocitno-plazmocitnim miokarditisom (slika 4.).

Na plućima je utvrđen edem i punokrvnost s krvarenjima u parenhimu (slika 5.). Pretragom jetre utvrđena je centrilobarna hepatična nekroza (slika 6.) i krvarenje. Pretragom bubrega utvrđen je limfocitno-plazmocitni nefritis

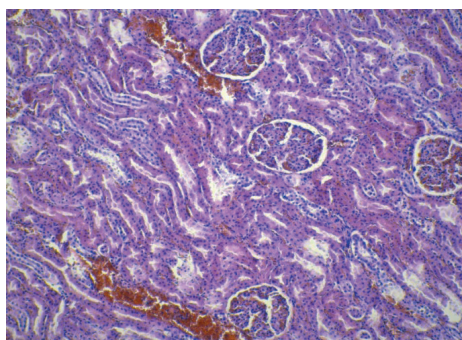
s kortikalnim krvarenjima (slika 7.), a pretragom mozga vakuolizacija glija stanica (slika 8.). Na ostalim organima uočena je punokrvnost.



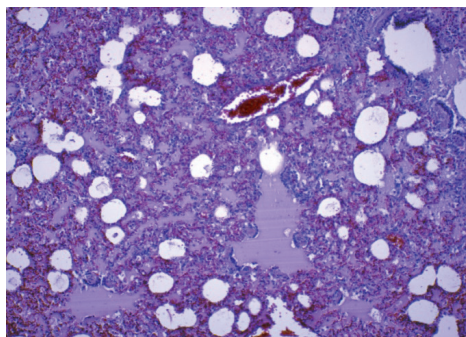
Slika 6. Jetra - centrilobarna nekroza i krvarenje



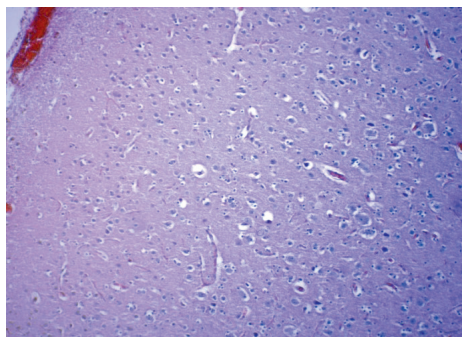
Slika 4. Miokard - multifokalni limfocitno-plazmocitni miokarditis i degeneracija miofibrila s krvarenjem



Slika 7. Bubrež, limfocitno-plazmocitni nefritis s kortikalnim krvarenjima



Slika 5. Pluća- edem i krvarenja u plućnom parenhimu; punokrvnost krvnih žila



Slika 8. Mozak - vakuolizacija glija stanica

Uzrok smrti je cirkulacijski kolaps i ugušenje kao posljedica edema i krvarenja u plućima. Specifičan nalaz sadržaja u želudcu i crijevima upućuje na vjerojatno trovanje metaldehidom.

Drugi slučaj

Na razudbu je dostavljena lešina psa, mješanca, muškog spola, prema anamnezi prethodno zakopanog pa otkopanog, perakutno uginulog s vidljivim živčanim simptomima i jakim slinjenjem. Razudbom je uočena punokrvnost, edem i krvarenja po plućima. U ždrijelu i jednjaku je nađen zeleno plavi pastozni sadržaj. U želudcu je nađeno oko 500 mL zeleno-plavog pastoznog sadržaja s valjkastim mrvičastim granulama i primjesom djelomično probavljenog mesa, a u crijevima umjerena količina zeleno-plavog pastoznog sadržaja. U probavnom traktu uočen je akutni hemoragično kataralni gastroenteritis. U parenhimu gušterače uočena su multifokalna krvarenja, a uočena je i izrazita punokrvnost moždanih ovojnica. Patohistološki je utvrđena autoliza parenhimskih organa.

Uzrok smrti je cirkulacijski kolaps i ugušenje kao posljedica edema i krvarenja u plućima, a specifičan nalaz plavo-zelenih granula u želudcu i

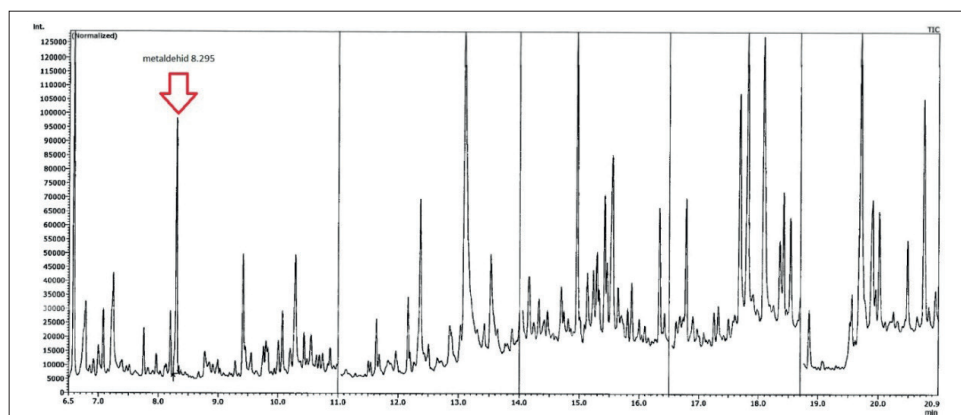
crijevima upućuje na vjerojatno trovanje metaldehidom.

Treći slučaj

Na razudbu je dostavljena lešina domaće mačke, muškog spola, s anamnestičkim podacima perakutnog uginuća i sumnje na trovanje. Razudbom je uočena uznapredovala autoliza s jakom infestacijom ličinkama muha, punokrvnost, edem i krvarenja po plućima, krvarenja u parenhimu timusa i gušterače te punokrvnost i autolitički procesi na drugim parenhimskim organima. U želudcu i crijevima nađeno je oko 200 mL kašastog sivo-zelenog sadržaja. Patohistološkom pretragom uočena je autoliza te parenhimska krvarenja u plućima, gušterači i timusu. Na toksikološku pretragu upućen je sadržaj želudca, dio jetre i bubrezi. U sadržaju želudca pronađena je prisutnost metaldehida (Slika 9.).

Četvrti slučaj

Na razudbu je dostavljena lešina ježa (*Erinaceus europaeus*), muškog spola, nađena u vrtu. Razudbom je utvrđena punokrvnost, edem i krvarenja po plućima. U želudcu je nađeno oko 50 mL zeleno-plavog pastoznog sadržaja s valjkastim mrvičastim granulama, a u



Slika 9. Kromatogram uzorka sadržaja želudca

duodenumu umjerena količina zelenoplavog pastoznog sadržaja. Na ostalim organima uočena je punokrvnost.

Uzrok smrti je cirkulacijski kolaps i ugušenje kao posljedica edema i krvarenja u plućima, a specifičan nalaz plavo-zelenih granula u želudcu i crijevima upućuje na, vjerojatno, trovanje metaldehidom.

Rasprava

Trovanja kućnih ljubimaca metaldehidom mogu biti slučajna, ali i namjerna. Za patologa je vrlo teško prosuditi je li trovanje metaldehidom namjerno. U prosudbi namjere trovanja pomaže više čimbenika, a najvažniji su: anamnestički podatci, količina progutanog otrova te nalaz nosača (otrov je inkorporiran u nosač, obično u paštetu ili u mljeveno meso). Ukoliko se limacid koristi prema uputama proizvođača slučajno trovanje s letalnim ishodom je gotovo nemoguće. Ipak, treba imati na umu da životinja može doći do nesavjesno distribuiranog limacida u grudice oko biljaka ili pakiranja čiji se dijelovi ambalaže mogu naći u želudcu. Prvi i drugi opisani slučaj zabilježeni su tijekom prosinca i listopada što dodatno potvrđuje namjerno trovanja životinje, budući da se površine tretiraju pužomorom u vrijeme povećane populacije puževa u vrtovima u proljeće i rano ljeto. Najčešće je trovanje metaldehidom opisano u pasa (Srebočan i Srebočan, 2009.), kod kojih se znaci otrovanja mogu pojaviti već nakon 15tak minuta, ali obično se pojave 1-3 sata nakon ingestije otrova. U pacijenata s perakutnim gastrointestinalnim i neurološkim simptomima neophodno je brzo reagirati ispiranjem želuca, da bi se iz probavnog trakta izvuklo što više metaldehida, a u pacijenata s produljenim kliničkim znacima indicirano je i ponoviti tretman. Nužno je liječenje sedativima (Diazepan i barbiturati), da

bi se kontrolirala pojačana nadraženost živčanog sustava (konvulzije), a vrlo često je potrebno aplicirati i nekoliko sedativa ili anestetika (Dolder, 2003., Talcott, 2003., Puschner, 2006., Firth, 2007., Yas-Natan i sur., 2007., Bates i sur., 2012.). Aktivni ugljen nije učinkovit jer ne veže metaldehid (Campbell and Chapman, 2000.). Vrlo često se javlja i hipertermija pa životinju treba hladiti (Dolder, 2003., Yas-Natan i sur., 2007., De Roma i sur., 2017.). Za kontrolu metaboličke acidoze preporučuje se infuzija Ringerova laktata i 5 % dekstroze u slučaju mišićnog tremora (Bates i sur., 2012.). Nažalost, antidot za metaldehid ne postoji i ako se ne započne na vrijeme s terapijom ishod često može biti letalan. Zabilježeni se mortalitet pacijenata koji dođu na liječenje kreće oko 15 % (Firth, 2007., Bates i sur., 2012., De Roma i sur., 2017.).

U našem prvom slučaju naglo su uginula dva psa s prethodnim gastrointestinalnim, neurološkim i respiratornim kliničkim znacima. U drugom slučaju pas je pokazivao samo neurološke simptome i pojačano slinjenje te je vlasnik zbog straha od bjesnoće, već zakopan u lešinu otkopao i poslao na razudbu. Prema podacima iz literature ti simptomi odgovaraju najčešćim simptomima trovanja metaldehidom (Dolder, 2003., Yas-Natan i sur., 2007., Bates i sur., 2012., De Roma i sur., 2017.).

Ustanovljene patološko-morfološke promjene u vidu točkastih krvarenja u parenhimu pluća, epikardu, miokardu, endokardu, gušterači, timusu i kori bubrega te punokrvnost svih parenhimskih organa i moždanih ovojnica su nespecifične i upućuju na respiratorno-cirkulatorni kolaps. Patohistološki uočena degeneracija miofibrila s krvarenjima i multifokalnim limfocitno-plazmocitnim miokarditisom, centrilobarna hepatička nekroza, limfocitno plazmocitni nefritis

s kortikalnim krvarenjima i vakuolizacija glija stanica su u koherenciji s podacima iz literature (Campbel i Chapman, 2000., Puschner, 2006., Srebočan i Srebočan, 2009., Medven i sur., 2013.). U svih dostavljenih lešina nalaz zeleno-plavog sadržaja u probavnom sustavu ukazuje na trovanje metaldehidom i gotovo je patognomoničan (Puschner, 2006.). U forenzičkim slučajevima potrebno je dokazati metaldehid ili njegove metabolite u sadržaju želudca ili organima otrovane životinje te procijeniti vrijeme uzimanja otrova (Saito i sur., 2008.). Trovanje limacidima potvrđeno je toksikološkom analizom u jedne životinje. Brzina pražnjenja želudca u životinje je indikator vremenskog okvira otrovanja. Pražnjenje želudca počinje već 10 minuta nakon gutanja, ovisno o količini masti i proteina. „Lagana“ hrana napušta želudac nakon 2 sata, „miješana“ nakon 3-4 sata, a „teška“ nakon 4-6 sati (Theodorakis, 1980., Camilleri i sur., 1989.). Kroz tanko crijevo sadržaj putuje približno 2-3 sata (Camilleri i sur., 1989., Iwanaga i sur., 1998.). Važno je naglasiti da je procjena vremena otrovanja samo orijentacijska, budući da je transport sadržaja kroz želudac i crijeva vrlo varijabilan i podložan utjecaju velikog niza čimbenika, od kojih su najvažniji sastav hrane i nadražnost živčanog sustava (Brooks, 2016.).

Zaključak

U Republici Hrvatskoj ne postoji Centar za kontrolu otrovanja životinja u kojem bi se pratila pojavnost otrovanja te mogli uočiti mjesta visokog rizika i prepoznati najčešće otrove, da bi pomogli policiji u brznoj identifikaciji kaznenog djela trovanja životinja. Kod trovanja metaldehidom najvažniju ulogu ima sprječavanje ingestije od strane vlasnika te educiranost veterinara da brzo prepoznaju trovanje i na vrijeme počnu liječiti otrovanu životinju.

Literatura

1. Anon. (2014): Pužomor - Sigurnosno-Tehnički List, Chromos Agro d.d.
2. BATES, N. S., N. M. SUTTON and A. CAMPBELL (2012): Suspected metaldehyde slug bait poisoning in dogs: a retrospective analysis of cases reported to the Veterinary Poisons Information Service. *Vet. Rec.* 171, 324. 10.1136/vr.100734
3. BLAKLEY, B. R. (2021): Metaldehyde Poisoning in Animals. In: Merck Veterinary Manual. <https://www.msdvetmanual.com/toxicology/metaldehyde-poisoning/metaldehyde-poisoning-in-animals>
4. BROOKS, J. W. (2016): Postmortem Changes in Animal Carcasses and Estimation of the Postmortem Interval. *Vet. Pathol.* 53, 929-940. 10.1177/0300985816629720
5. CAMILLERI, M., L. J. COLEMONT, S. F. PHILLIPS, M. L. BROWN, G. M. THOMFORDE, N. CHAPMAN and A. R. ZINSMEISTER (1989): Human gastric emptying and colonic filling of solids characterized by a new method. *Am. J. Physiol.* 257, G284-290. 10.1152/ajpgi.1989.257.2.G284
6. CAMPBELL, A. and N. CHAPMAN (2000): Metaldehyde. In: *Handbook of Poisoning in Dogs and Cats*. Pp. 181-185. 10.1002/9780470699010.ch46
7. DE ROMA, A., G. MILETTI, N. D'ALESSIO, C. ROSSINI, L. VANGONE, G. GALIERO and M. ESPOSITO (2017): Metaldehyde Poisoning of Companion Animals: A Three-year Retrospective Study. *J. Vet. Res.* 61, 307-311. 10.1515/jvetres-2017-0041
8. DOLDER, L. K. (2003): Metaldehyde toxicosis. *Vet. Med.* 98, 213-215.
9. FIRTH, A. (2007): Treatment of Snail Bait Toxicity in Dogs: retrospective Study of 56 Cases. *J. Vet. Emerg. Crit. Care* 2, 31-36. 10.1111/j.1476-4431.1992.tb00021.x
10. HOMEIDA, A. M. and R. G. COOKE (1982): Pharmacological aspects of metaldehyde poisoning in mice. *J. Vet. Pharmacol. Ther.* 5, 77-81. 10.1111/j.1365-2885.1982.tb00500.x
11. IWANAGA, Y., J. WEN, M. S. THOLLANDER, L. J. KOST, G. M. THOMFORDE, R. G. ALLEN and S. F. PHILLIPS (1998): Scintigraphic measurement of regional gastrointestinal transit in the dog. *Am. J. Physiol.* 275, G904-G910. 10.1152/ajpgi.1998.275.5.G904
12. JANSSEN, L. A. (2007): The Legal System and the Veterinarian's Role. In: Merck, M. D. *Vet. For.* 3-17.
13. LEVITT, L., T. A. HOFFER and A. B. LOPER (2016): Criminal histories of a subsample of animal cruelty offenders. *Aggress. Violent Behav.* 30, 48-58. 10.1016/j.avb.2016.05.002
14. MEDVEN, L., D. HUBER, M. HOHŠTETER, I. ŠOŠTARIĆ-ZUCKERMANN, B. ARTUKOVIĆ, A. GUDAN KURILJ, A. BECK i Ž. GRABAREVIĆ (2013): Prikaz slučaja trovanja metaldehidom u kućnih ljubimaca. *Hrv. Vet. Vjesnik* 1-2, 31-36.
15. NOLTE, I. (2012): Toxicity of metaldehyde in the dog and cat. *Der Praktische Tierarzt* 93, 886-893.

16. PARRY, N. M. A. and A. STOLL (2020): The rise of veterinary forensics. *For. Sci. Inter.* 306, 110069. 10.1016/j.forsciint.2019.110069
17. PUSCHNER, B. (2006): Chapter 57 - Metaldehyde, In: Peterson, M. E., Talcott, P. A. *Small Animal Toxicology* (Second Edition). W. B. Saunders, Saint Louis, pp. 830-839. 10.1016/B0-72-160639-3/50060-5
18. SAITO, T., S. MORITA, M. MOTOJYUKU, K. AKIEDA, H. OTSUKA, I. YAMAMOTO and S. INOKUCHI (2008): Determination of metaldehyde in human serum by headspace solid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry. *J. Chromatogr. B Analyt. Technol. Biomed. Life Sci.* 875, 573-576. 10.1016/j.jchromb.2008.10.002
19. SREBOČAN, V. i E. SREBOČAN (2009): *Veterinarska toksikologija Medicinska naklada Zagreb*. 2. izdanje, Zagreb, str. 146-151.
20. TALCOTT, P. A. (2003): Metaldehyde. In: Plumlee, K. *Clinical Veterinary Toxicology*. Mosby, Missouri, USA, pp. 182-183.
21. THEODORAKIS, M. C. (1980): External scintigraphy in measuring rate of gastric emptying in beagles. *Am. J. Physiol.* 239, G39-43. 10.1152/ajpgi.1980.239.1.G39
22. YAS-NATAN, E., G. SEGEV and I. AROCH (2007): Clinical, neurological and clinicopathological signs, treatment and outcome of metaldehyde intoxication in 18 dogs. *J. Small Anim. Pract.* 48, 438-443. 10.1111/j.1748-5827.2007.00360.x

Forensic pathology in judging animal abuse - animal poisoning with metaldehyde

Željko MIHALJEVIĆ, DVM, PhD, Scientific Advisor, Šimun NALETILIĆ, DVM, Expert Associate, Croatian Veterinary Institute, Zagreb, Croatia; Stjepan BRZICA, BSc, Independent expert for toxicological expertise, Center for Forensic Research, Research and Expertise "Ivan Vučetić", Zagreb, Croatia

Metaldehyde is the active ingredient in molluscicide that is used against snails. Poisoning of animals can be accidental or intentional. Metaldehyde poisoning is most often recorded in dogs. Clinical signs can develop within 10 minutes, mostly 1-3 hours after metaldehyde ingestion. There is no antidote for metaldehyde and therapy comes down to elimination of poison from organism and control of muscle tremor and convulsions. This paper presents our experiences in the forensic investigation of

animal abuse by poisoning with metaldehyde (three dogs, one cat, and one hedgehog). Pathoanatomical and histopathological findings are shown. Reasonable suspicion of poisoning with metaldehyde is based on the finding of specific cyan-coloured gastrointestinal contents. The final diagnosis is made by toxicological evidence of metaldehyde in liver, kidney and gastric content of the poisoned animal.

Key words: *metaldehyde; molluscicide; poisoning; dog; forensic pathology*