

Kontrastne radiografske pretrage gmazova i vodozemaca

Contrast radiography examinations in reptiles and amphibians



Hornung, I.¹, A. Javor², B. Mratović³, M. Lukač⁴, H. Capak⁵

Sažetak

Kontrastne radiografske pretrage, kao oblik dodatne slikovne dijagnostike, iznimno su važan doprinos u veterinarskoj praksi s obzirom na mogućnost boljeg prikaza pojedinih organa i tkiva, što omogućuju kontrastna sredstva. Gmazovi i vodozemci svojom rasprostranjenošću postaju sve češći kućni ljubimci i pacijenti u veterinarskim klinikama gdje ponekad zahtijevaju detaljnu dijagnostičku obradu, pa i kontrastne radiografske pretrage. Među ostalim, ovaj oblik dijagnostike može uvelike pridonijeti liječenju i kirurškoj obradi pacijenata, imajući na umu njihove anatomske i fiziološke značajke i posebnosti. Najčešće izvođene kontrastne pretrage jesu pretrage probavnog trakta pozitivnim kontrastnim sredstvima s ciljem dijagnostike opstrukcije, evaluacije obujma probavnog trakta i brzine pasaže hrane te integriteta stijenke, razlikovanja probavnog trakta od okolnih tkiva te anatomskog prikaza. Moguće je izvoditi i pretrage mokraćno-spolnog sustava s ciljem boljeg prikaza, utvrđivanja postojanja eventualnih masa ili hernijacija te radi određivanja spola zmija i guštera. Usprkos ponekim ograničenjima, velike su prednosti kontrastne radiografije i radiografije općenito kao jedne od prvih dijagnostičkih testova u obradi gmazova i vodozemaca, no za njihovo provođenje i interpretaciju treba opsežno znanje i prethodno stečeno iskustvo.

Ključne riječi: *kontrastne radiografske pretrage, pozitivna kontrastna sredstva, probavni sustav, gmazovi, vodozemci*

Uvod

Gmazovi i vodozemci čine veliku i raznoliku skupinu organizama, a broj novoootkrivenih vrsta u stalnom je porastu. Pripadaju u egzotične kućne ljubimce jedinstvena izgleda i ponašanja te se sve veći broj ljudi odlučuje za njihovo držanje. Zbog svoje specifične anatomske i fiziološke građe gmazovi i vodozemci podložni su bolestima i patološkim procesima koji se razlikuju od onih u sisavaca. Važno je omogućiti im kvalitetne životne uvjete koji će

zadovoljiti njihove potrebe te veterinarsku skrb na visokoj razini stručnosti i znanja. U dijagnostici i liječenju gmazova i vodozemaca primjenjuju se slični protokoli kao kod češćih kućnih ljubimaca, uz prilagodbe specifičnostima ovih vrsta. Nakon kliničkog pregleda, najčešće su prve dijagnostičke metode provedene u obradi pacijenta radiografske pretrage, odnosno neinvazivne metode slikovne dijagnostike za prikaz unutarnjih organa i mišićno-koštanog sustava. Osim standardnih radiografskih pretraga, u

¹ Ingrid Hornung, dr. med. vet., Veterinarska ambulanta GOLDI, Osječka 45, 10000 Zagreb, e-adresa: ihornung@vef.hr

² Ana Javor, dr. med. vet., Zavod za rendgenologiju, ultrazvučnu dijagnostiku i fizikalnu terapiju, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

³ Barbara Mratović, Zavod za rendgenologiju, ultrazvučnu dijagnostiku i fizikalnu terapiju, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

⁴ doc. dr. sc. Maja Lukač, Zavod za bolesti peradi s klinikom, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

⁵ izv. prof. dr. sc. Hrvoje Capak*, Zavod za rendgenologiju, ultrazvučnu dijagnostiku i fizikalnu terapiju, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, e-adresa: hcapak@vef.unizg.hr

nekim se slučajevima provode dodatne radiološke pretrage radi boljeg i preciznijeg prikaza, uključujući kontrastne pretrage. U ovim se pretragama upotrebljavaju kontrastna sredstva koja se međusobno razlikuju po svojim kemijskim svojstvima s ciljem boljeg prikaza u radiografiji, ultrazvučnoj dijagnostici, kompjutoriziranoj tomografiji (engl. *computerized tomography*, CT) ili magnetskoj rezonanciji (engl. *magnetic resonance imaging*, MRI, hrv. MR). S obzirom na širinu teme, ovaj će se članak usmjeriti na primjenu kontrastnih pretraga u radiografiji.

Oprema za radiografiju i sputavanje

Tehnički zahtjevi za radiografsku dijagnostiku gmazova i vodozemaca slični su onima za male životinje. Preporučuje se upotreba rendgenskih uređaja s minimalnom jačinom struje od 200 mA i naponom od 40 do 100 kV. Poželjno je da rendgenska cijev omogućuje pomicanje u vertikalnom i horizontalnom smjeru, prilagođeno potrebama snimanja (PEES, 2011.).

Sputavanje je nužnost u svim aspektima slikovne dijagnostike. Gušteri se tako mogu snimati budni, uz pravilno sputane udove samoljepljivim trakama te se možemo koristiti raznim pomagalicama kao što su radiolucentne cijevi ili spužve radi boljeg pozicioniranja (slika 1) (WILLIAMS, 2002.; SILVERMAN, 2006.). Kod zmija je obično potrebna sedacija ili opća anestezija jer tada nisu prisutni zavoji kralježnice koje uzrokuje mišićna kontrakcija. Za detaljan pregled koštanog, probavnog i respiratornog sustava nužno je da zmija bude u potpunosti ispružena (COMOLI i DIVERS, 2019.). Snimanje kornjača nešto je lakše s obzirom na oklop koji pomaže prilikom sputavanja i pozicioniranja te budni pacijenti često ostanu nepomični prilikom snimanja. Kako bismo jedinku potaknuli da ispruži udove i glavu izvan oklopa, možemo je smjestiti na povišeni rekvizit, a u slučaju da su oni područje interesa, jedinku će trebati sedirati ili anestetizirati (HOLMES i DIVERS, 2019.a). Kako su krokodili vrlo snažne jedinke, važno je pravilno sputati životinju radi sigurnosti osoblja koje izvodi pretragu, ali i radi sigurnosti same životinje. Njihovo sputavanje podrazumijeva zatvorena i zalijepljena usta, a noge međusobno vezane, pazeći pritom na oštre zube koji mogu iziritirati izvan usne šupljine (RADEMACHER i NEVAREZ, 2019.).

U slučaju vodozemaca, većina snimaka može se napraviti bez sedacije ili anestezije. Najjednostavniji, a ujedno i najmanje stresan način jest smjestiti jedinku u vlažnu i prozirnu plastičnu vrećicu koja se može zatvoriti i koja je dovoljno velika da životinja u nju stane, ali da se ne može okretati. Ova metoda omogućuje sigurno rukovanje jedinkama uz minimalan stres i sprečavanje dehidracije, što je najveći rizik tijekom manualne manipulacije (MAYER, 2010.; STETTER, 2001.).

Pozicioniranje i projekcije gmazova

Za većinu organskih sustava najvažnije su dorzoventralna projekcija s vertikalno usmjerenim rendgenskim zrakama i lateralna projekcija s horizontalno usmjerenim zrakama. Za dorzoventralnu projekciju guštere je najbolje smjestiti izravno na kasetu ili detektor, dok je lateralna projekcija nešto zahtjevnija za izvedbu (HERNANDEZ-DIVERS, 2006.). Pri evaluaciji srca i pluća prednji udovi trebaju biti izvučeni kranijalno, a u većih se guštera preporučuje snimanje i lijeve i desne lateralne projekcije. Kada je u pitanju stražnji dio celomske šupljine i zdjelični pojas, noge je poželjno izvući kaudalno kako bi se izbjegla superpozicija (SILVERMAN, 2006.; HOLMES i DIVERS, 2019.b).

S obzirom na specifičnu tjelesnu građu zmija, potrebno je načiniti niz snimaka cijelog tijela u sekvencijama te snimku samo ciljanog organa ili područja dok je zmija ispružena. Za to je potrebno dobro poznavati smještaj unutarnjih organa. Ne preporučuje se snimati zmije dok su smotane uslijed opsežne sumacije koja se pojavljuje, ali i razmještaja unutarnjih organa (PEES, 2011.; COMOLLI i DIVERS, 2019.). Tri standardne projekcije prilikom snimanja kornjača jesu dorzoventralna, lateralna i kraniokaudalna. Poželjno je da jedinke budu smještene u sternalnom položaju kako ne bi došlo do premještanja i sumacije organa s obzirom na to da im je volumen tjelesne šupljine određen oklopom te posjeduju mnogo slobodnog prostora radi probave hrane i jaja. Zbog građe i gustoće tkiva oklopa prije snimanja treba povećati mA što će rezultirati većom prodornošću rendgenskih zraka (SILVERMAN, 2006.; PEES, 2011.). U krokodila su potrebne minimalno dvije ortogonalne projekcije svakog dijela tijela, i više, ovisno o indikaciji, a pozicioniranje je slično kao i u ostalih životinja (RADEMACHER i NEVAREZ, 2019.).

Pozicioniranje i projekcije vodozemaca

Kao i kod ostalih vrsta, i u vodozemaca se prilikom snimanja primjenjuju opći koncepti radiologije te su potrebne minimalno dvije projekcije kako bi se dobila cjelokupna slika i kako bi se rendgenogram mogao kvalitetnije interpretirati te razlučiti eventualna patologija od artefakta. Projekcije odabira jesu lateralna s horizontalno usmjerenim zrakama te dorzoventralna s vertikalno usmjerenim zrakama dok je životinja gotovo uvijek u sternalnom položaju (STETTER, 2001.).

Interpretacija nalaza

Prilikom interpretacije rendgenograma gmazova i vodozemaca možemo se koristiti ponekim pravilima interpretacije rendgenograma sisavaca, no treba imati na umu njihove anatomske i fiziološke posebnosti te specifičnosti patologija (PEES, 2011.; HOLMES i DIVERS, 2019.c). Kao i kod sisavaca, postoji pet osnovnih vrsta rendgenskih sjena, međutim kontrast slike i vidljivost detalja znatno su lošiji kao posljedica izostanka difuzno raspoređenog masnog tkiva oko visceralnih organa, malog razmaka među pojedinim organima, izostanka odvojene prsne i trbušne šupljine, prisutnosti keratinizirane kože, ljuski ili osteoderma te ponekad nemogućnosti smještanja jedinke izravno na kasetu zbog pozicioniranja ili anatomije, što rezultira dodatnim rasapom rendgenskih zraka (SILVERMAN, 2006.; PEES, 2011.; THRALL, 2012.; HOLMES i DIVERS, 2019.c).

Radiografska anatomija

Prilikom evaluacije pojedinih organskih sustava treba uzeti u obzir veličinu, homogenost, rubove, položaj i, ako je moguće, sadržaj. Veličina i položaj svakog organa ovise o veličini okolnih organa i tkiva, nutritivnom statusu jedinke te spolnoj aktivnosti u ženki.

Srce se općenito slabo diferencira, naime ono je u guštera i kornjača smješteno u kranijalnom dijelu celomske šupljine, dok je u zmija na otprilike 25 % dužine tijela, a projekcija je izbora lateralna s horizontalno usmjerenim zrakama (PEES, 2011.). Radiografski izgled pluća ovisi o ventilaciji te je lateralna projekcija s horizontalno usmjerenim zrakama preporuka kod svih gmazova za evaluaciju dišnog sustava (PEES, 2011.; THRALL, 2012.). Pluća su u zmija smještena na 25 % do 60 % dužine tijela, kaudalno

od srca (COMOLLI i DIVERS, 2019.). Pri evaluaciji probavnog sustava potrebno je obratiti pozornost na vrijeme pasaže hrane, posebno u biljojednih vrsta te u zmija koje imaju dugačke intervale između dvaju hranjenja, što utječe na punjenost probavnog sustava, a samim time i na njegovu vidljivost. Gušterača se općenito ne vidi, dok je diferencijacija jetre otežana (PEES, 2011.; COMOLLI i DIVERS, 2019.; HOLMES i DIVERS, 2019.b). Ako je prisutan, mokraćni mjehur teško se diferencira te zajedno s bubrezi- ma ostavlja dojam sjene mekih tkiva (SILVERMAN, 2006.; HOLMES i DIVERS, 2019.b). U zmija su bubrezi smješteni na 75 % do 95 % dužine tijela, dorzalno od probavnog sustava. Često se rendgenski ne vide, osim ako nisu povećani ili mineralizirani (COMOLLI i DIVERS, 2019.). Pri evaluaciji mokraćnog mjehura kornjača važno je imati na umu da im je mjehur velikog volumena i podijeljen je u dva režnja te se može protezati sve do želuca. Na nativnom se rendgenogramu često ne diferencira (HOLMES i DIVERS, 2019.a). Neaktivan spolni sustav u gmazova se teško diferencira. U jajovodu možemo raspoznati ovalna do okrugla jaja, ali tek u kasnijoj fazi, kada već dođe do mineralizacije, te uvelike mogu utjecati na razmještaj unutarnjih organa (PEES, 2011.).

Među vodozemcima postoji velika anatomska raznolikost te na rendgenogramu općenito možemo vrlo dobro razaznati koštani sustav, pluća (ako su prisutna) te u nešto manjoj mjeri probavni sustav. Celomske anatomske strukture rijetko se mogu pojedinačno diferencirati (LANGAN, 2013.).

Kontrastne radiografske pretrage

Kontrastne radiografske pretrage jesu dodatne, specifične metode kojima se služimo u slučajevima kada želimo potvrditi ili nadopuniti dijagnozu. Ove su vrste pretraga indicirane ako želimo precizniji prikaz i evaluaciju organa i struktura u pogledu njihove veličine, oblika i položaja. Također, možemo dobiti uvid u stanje stijenke šupljih organa i njihova sadržaja što na nativnom rendgenogramu nije vidljivo, a u nekim slučajevima i u samu funkciju organa (PRICE, 2009.; ŠEHIĆ, 2009.; HOLMES i DIVERS, 2019.b; VETSCRAFT, 2023.). Provode se primjenom kontrastnih sredstava koja se općenito dijele na pozitivna (barijev sulfat i sredstva na bazi joda) i negativna (zrak, kisik, ugljikov dioksid) (PRICE, 2009.; ŠEHIĆ, 2009.).

Pretraga probavnog sustava kontrastnim sredstvom u gmazova je indicirana u slučaju opstrukcija, u svrhu procjene veličine probavnog sustava i njegove cjelovitosti nakon operacije ili traume te za razlikovanje probavnog sustava od okolnog mekog tkiva (MANS, 2013.). U vodozemaca je ova pretraga indicirana radi lokalizacije želuca i crijeva te eventualnog prikaza stranog tijela (STETTER, 2001.). Kontrastno sredstvo odabira u ovome je slučaju barijev sulfat. Netopljiv je, ne utječe na sekreciju probavnog sustava i ne apsorbira se preko sluznice crijeva zbog čega se koristi isključivo za pretragu crijeva. Njegova je mana to što, ako dospije u prsnu i trbušnu šupljinu kroz perforirani probavni sustav, zbog nemogućnosti apsorpcije i eliminacije može uzrokovati granulomatoznu reakciju. Još je jedan od nedostataka barijevih sredstava njihova tendencija sušenja u probavnom sustavu, što rezultira opstrukcijom, osobito ako je aplicirana velika količina sredstva koja dugo vremena stoji u probavnom sustavu zbog usporene pasaže tipične za gmazove. Ovako uzrokovana opstrukcija nije česta komplikacija, no treba je imati na umu u pacijenata s već dijagnosticiranim ileusom ili u dehidriranih jedinki. Ako nakon završetka pretrage i dalje ostane velika količina barijeva kontrasta u stražnjim dijelovima crijeva i kloaki, potrebno ju je evakuirati koliko je moguće laganom masažom ili kateterizacijom i lavažom fiziološkom otopinom (COMOLLI i DIVERS, 2019.). U slučaju sumnje na perforaciju probavnog sustava koristimo se jodnim kontrastnim sredstvima topljivima u vodi (ŠEHIĆ, 2009.; COMOLLI i DIVERS, 2019.; HOLMES i DIVERS, 2019.b). Njima se također koristimo i u slučaju kada želimo brže doći do dijagnoze s obzirom na to da jodna sredstva imaju brže vrijeme pasaže kroz probavni sustav (COMOLLI i DIVERS, 2019.).

Pri kontrastnoj evaluaciji mokraćno-spolnog sustava najčešće su indikacije potreba za boljim prikazom bubrega i mokraćnog mjehura, sumnja na prisutnost mokraćnih kamenaca, ruptura, hernijacija ili tumorozne tvorbe te određivanje spola u pojedinim vrstama guštera i zmija (COMOLLI i DIVERS, 2019.; HOLMES i DIVERS, 2019.b). U ovom se slučaju koristimo jodnim sredstvima kao pozitivnim kontrastom ili zrakom kao negativnim u kombinaciji s jodom (ŠEHIĆ, 2009.).

Iako su indikacije i prednosti ove pretrage brojne, postoji i niz kontraindikacija koje treba uzeti u ob-

zir prije svakog izvođenja ove dijagnostičke pretrage. Kao što je već spomenuto, kontrastna sredstva mogu uzrokovati sistemske ili lokalne reakcije, pri čemu su ključni faktori njihova kemijska struktura, ionski naboj, visoka osmolarnost i kemotoksičnost. I vrlo male doze mogu uzrokovati sistemske ili alergijske reakcije, no rizik se povećava s većim dozama. Visoka osmolarnost jodnih sredstava rezultira mučninom i povraćanjem pri intravenskoj aplikaciji u budnih pacijenata, stoga se preporučuje izvođenje ove pretrage u sedaciji ili općoj anesteziji. Također, djeluju kao iritansi u slučaju paravenskog istjecanja sredstva te su ovi preparati kontraindicirani u pacijenata s već postojećim bolesnim stanjima srca ili bubrega, odnosno u mladih jedinki, dehidriranih ili hipovolemičnih (RUTH, 2002.; VETSCRAFT, 2003.; ŠEHIĆ, 2009.; LONG i sur., 2010.). Kada su druga kontrastna sredstva kontraindicirana, koristimo se neionskim jodnim sredstvima znatno niže osmolarnosti (COMOLLI i DIVERS, 2019.).

Nadomjestak kontrastnim radiografskim pretragama, u slučaju neke od kontraindikacija, može biti ultrazvučna dijagnostika ili invazivnije radiološke metode, primjerice kompjutorizirana tomografija (CT) ili magnetska rezonancija (MR). Odluku o tome dobro je temeljiti na svakom pojedinačnom slučaju, ali i na dostupnosti pretrage.

Klinička izvedba pojedinačnih kontrastnih pretraga

Primjena kontrastnih sredstava za probavni sustav istražena je u najčešće držanih vrsta i često se radi u praksi. Ova je vrsta pretrage u gmazova i vodozemaca dugotrajan proces jer pasaža hrane kroz probavni sustav traje znatno dulje. Vrijeme pasaže ovisi o vrsti životinje, prehranbenim navikama, starosti, postojećim bolestima, sezonskim promjenama i temperaturi okoliša (SCHUMACHER i TOAL, 2001.; HOLMES i DIVERS, 2019.b). Prije primjene kontrastnog sredstva ono treba biti približno zagrijano na tjelesnu temperaturu jedinke (COMOLLI i DIVERS, 2019.), a jedinka treba biti stabilizirana i držana u optimalnim uvjetima okoliša (SCHUMACHER i TOAL, 2001.). Prije izvođenja pretrage važno je pažljivo planirati postupak, s obzirom na to da kontrastno sredstvo, nakon primjene, nije moguće ukloniti (HOLMES i DIVERS, 2019.b). Važni parametri na koje treba obratiti pozornost pri izvođenju ove pretrage jesu vrsta kontrastnog sredstva koje će se upotrijebi-

biti, njegova koncentracija i volumen, temperatura okoliša i vrijeme posta (MANS, 2013.).

Najčešće izvođena kontrastna pretraga probavnog sustava jest pretraga pozitivnim kontrastom prednjeg dijela probavnog sustava (SILVERMAN, 2006.), no izvode se i pretrage stražnjeg dijela probavnog sustava i kloakogrami dvostrukim kontrastom – primjenom neionskog jodnog kontrasta i zraka u kloaku radi boljeg prikaza kloakalnih masa i stranih tijela (COMOLLI i DIVERS, 2019.; HOLMES i DIVERS, 2019.b). Nakon sputavanja životinje kontrastno se sredstvo primjenjuje oralno sondom, u jednjak ili želudac (LONG i sur., 2010.; BANZATO i sur., 2012.; HOLMES i DIVERS, 2019.b).

Prema KLAPHAKE i suradnicima (2018.) doze barijeva sulfata za gmazove iznose od 5 do 20 mL/kg. Alternativno, volumen danog kontrastnog sredstva trebao bi biti otprilike sličan volumenu koji se koristi za hranjenje putem sonde (HOLMES i DIVERS, 2019.). Doze kontrasta na bazi joda iznose 10 mL/kg jodne otopine, odnosno 250 mg joda/mL (PEES, 2011.).

U nekim su istraživanjima u zelene iguane (*Iguana iguana*) (SMITH i sur., 2001.) i kuglastog pitona (*Python regius*) (BANZATO i sur., 2012.) primijenjene doze i od 25 mL/kg u koncentracijama od 25 % w/v u zelene iguane i 35 % w/v u kuglastog pitona. U spomenutim je istraživanjima dio jedinki odmah regurgitirao nakon primjene barijeva sulfata, što može upućivati na potencijalno preveliku dozu, no poslije nisu uočene komplikacije, a autori te doze smatraju idealnima za prikaz cijelog probavnog sustava spomenutih vrsta (SMITH i sur., 2001.; BANZATO i sur., 2012.). U slučaju zelene iguane načinjene su lateralne projekcije s horizontalno usmjerenim rendgenskim zrakama i ventrodorzalne projekcije abdomena odmah nakon primjene barijeva sulfata, te nakon toga u intervalima od jednog sata tijekom prvih 6 sati, nakon čega bi kontrast trebao doći do početnog dijela velikog kolona u većine jedinki. Preporuka je nakon toga načiniti snimke svakih 12 sati dok kontrast ne dođe do distalnog dijela silaznog kolona (SMITH i sur., 2001.). BANZATO i suradnici (2012.) kod kuglastih su pitona načinili dorzoventralne projekcije s postavkama od 52 do 58 kV, ovisno o veličini zmije, s 300 mA i 0,02 s 5 minuta nakon primjene kontrasta te nakon 1, 2, 3, 6, 9, 12, 24, 48 i 72 sata. Ustanovili su da je posljednje vrijeme unutar kojega se još može vidjeti kontrastno sredstvo u želucu gotovo svih ispitanih jedinki, osim

jedne, 24 sata nakon primjene te je posljednje moguće vrijeme prikaza kontrastnog sredstva unutar tankog crijeva 48 sati nakon primjene.

U radu MATHESA i suradnika (2019.) bradatim agamama (*Pogona vitticeps*) oralno je primijenjen barijev sulfat u dozi od 9 mL/kg, no ta doza nije bila dostatna za adekvatan prikaz pojedinih kaudalnih dijelova tankog crijeva te, nakon 36 sati koliko je trajalo istraživanje, barijev sulfat nije prošao kroz cijeli probavni sustav ispitanih jedinki. Jedinke su bile snimljene u lateralnoj poziciji s horizontalno usmjerenim rendgenskim zrakama.

GROSSET i suradnici (2014.) za bradate su se agame koristili dozom od 15 mL/kg u koncentraciji od 35 % w/v, što je bilo dostatno za distenziju svih dijelova probavnog sustava i jasan prikaz, a vrijeme pasaže kontrasta iznosilo je 96 sati. Snimke su načinjene odmah nakon primjene kontrasta, zatim 15 i 30 minuta kasnije te nakon 1, 2, 4, 6, 8, 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84 i 96 sati, s postavkama ekspozicije od 54 kV, 160 ms i 5 mAs. Dorzoventralne projekcije načinjene su u spomenutim vremenskim razmacima, a lateralne projekcije svakih 12 sati.

Kada su u pitanju kornjače, LONG i suradnici (2010.) jednoj su skupini crvenouhih kornjača (*Trachemys scripta elegans*) aplicirali 1 mL/200 g gastrografina, a drugoj 1,6 mL/200 g (8 mL/kg) barijeva sulfata u koncentraciji od 30 % w/v. Vrijeme primjene barijeva sulfata (u prosjeku 40 sekundi) bilo je dvostruko dulje u odnosu na gastrografin zbog regurgitacije u nekih jedinki. Načinjene su dorzoventralne projekcije odmah nakon primjene kontrasta te 20, 40, 60 i 90 minuta poslije, odnosno 2, 4, 6, 8, 12, 24, 32, 48 i 56 sati poslije, i naknadno, svaka 24 sata do potpune pasaže kontrastnog sredstva u debelom crijevu. Zbog kemijskih svojstava gastrografin nije idealan za prikaz stražnjih dijelova probavnog sustava kada je dan oralno kod kornjača. Preporuka je stoga napraviti klistir kontrastnog sredstva sa sterilnom fiziološkom otopinom u omjeru 1 : 1, kako je predloženo u istraživanju DI BELLO i suradnika (2006.). No ovakav način primjene kontrastnog sredstva teže je izvediv u manjih jedinki. Vrijeme pasaže barijeva sulfata i gastrografina uvelike je varirali među pojedinim vrstama. Za pasažu barijeva sulfata trebalo je nešto dulje, 72 – 192 sata za crvenouhe kornjače (*Trachemys scripta*), 144 – 166 sati za afričku pjegavu kornjaču (*Stigmochelys pardalis*), 72 – 156 sati za *Phrynops geoffro-*

anus, 365 – 480 sati za *Podocnemis unifilis* te 360 – 696 sati za *Podocnemis expansa*. Za gastrografin je poznato vrijeme pasaže kod crvenouhkih kornjača 48 – 192 sata, a kod grčke čančare (*Testudo graeca*) 1,5 – 24 sata (HOLMES i DIVERS, 2019.a).

Ako su primarna mjesta pretrage i evaluacije kolon i kloaka, preporuka je učiniti retrogradnu kontrastnu pretragu koja se najčešće izvodi u anesteziji zbog toga što distenzija probavnog sustava potiče peristaltiku. Kontrastno sredstvo daje dok ne osjetimo otpor pomoću katetera koji uvodimo kroz kloaku do distalnog dijela kolona. Moguća je komplikacija slučajna primjena kontrastnog sredstva u uretere i posljedično u bubrege, što je problem u slučaju barijeva sulfata jer je u dehidriranih jedinki moguć nastanak konkremenata u ureterima i bubrezima (COMOLLI i DIVERS, 2019.).

Pretragu prednjeg i stražnjeg probavnog sustava moguće je učiniti i dvostrukim kontrastom, što omogućuje bolji prikaz i dijagnostiku bolesti koje zahvaćaju mukožu, prisutnost stranih tijela ili striktura te djelomičnu ili potpunu opstrukciju jednjaka, želuca i crijeva. U ovakvoj se vrsti pretrage upotrebljava manja količina pozitivnog kontrastnog sredstva (slika 2) i moguća je brža evaluacija probavnog sustava jer aplicirani plin tjera kontrast kroz probavni sustav umjesto da njegova pasaža ovisi samo o peristaltici (COMOLLI i DIVERS, 2019.).

Što se tiče mokraćnog sustava, koristimo se kloakografijom negativnim kontrastom ili ekskretornom urografijom. Kontrastno sredstvo odabira jest neionizirani jod, s obzirom da se izbjegava dolazak barijeva sulfata u uretere i bubrege. Najprije se aplicira pozitivno kontrastno sredstvo u volumenu od 50 % ukupnog volumena kloake, a zatim zrak u volumenu od 100 do 200 % ukupnog volumena kloake te se može dodavati između pojedinih snimanja (HOLMES i DIVERS, 2019.b). Prema KLAPHAKE i suradnicima (2018.) pri intravenskoj ekskretornoj urografiji u guštera upotrebljava se jodno kontrastno sredstvo (Conray 280, Mallinckrodt) u dozi od 500 mg/kg. Rendgenogrami se izrađuju odmah nakon primjene, a zatim u intervalima od 5, 15, 30 i 60 minuta. U istraživanju DIVERS (2001.) zelenim je iguanama primijenjeno 5 – 10 mL/kg zraka intracelomskom injekcijom radi diferencijacije povećanih bubrega od okolnog mekog tkiva. Intravenska urografija može pomoći radi naglašavanja bubrega, u identifikaciji

tvorbi (tumori, apscesi, kamenci) te pri određivanju bubrežne i uretralne ozljede ili opstrukcije. Nakon kranijalne intravenske primjene jodnog kontrastnog sredstva u dozi od 800 do 1000 mg/kg snimaju se dorzoventralne i lateralne projekcije u razmacima od 0, 0,5, 2, 5, 15, 30 i 60 minuta. U slučaju kaudalne intravenske primjene mogući su drugačiji rezultati s obzirom na to da kontrastno sredstvo u tom slučaju najprije prolazi kroz renalni portalni krvotok, a zatim ulazi u opću cirkulaciju (DIVERS, 2001.). U kornjača se radi boljeg prikaza uretera i bubrega također radi intravenska urografija jodnim kontrastom te se spominje i kontrastna cistografija kao mogućnost pretrage mokraćnog sustava radi prikaza mokraćnog mjehura te detekcije patoloških stanja i procesa kao što su kamenci, rupturi, hernijacije, promjene položaja ili mase (HOLMES i DIVERS, 2019.a).

Kontrastna radiografija može se primijeniti i pri određivanju spola u guštera i zmija te se u tom slučaju koristimo pozitivnim kontrastom radi određivanja eventualne prisutnosti hemipenisa (DI IANNI i sur., 2009.; DI IANNI i sur., 2014.; McKENZIE i sur., 2022.). McKENZIE i suradnici (2022.) u svom su radu u 20 jedinki *Tiliqua scincoides scincoides* primijenili 1 mL ioheksala kroz 22 G intravensku kanilu bez igle u hemipenisni/hemiklitorisni otvor, a zatim su napravljene dorzoventralne i lateralne projekcije dentalnim rendgenskim uređajem s 60 kV, 7,0 mA i vremenom ekspozicije od 0,06 sekundi (slika 3). GNUDI i suradnici (2009.) u svom su radu imali 27 zmija iz porodica *Colubridae* i *Boidae* kojima su primijenili 0,2 – 0,5 mL neioniziranog jodnog kontrasta kroz 24 G kateter s vrhom usmjerenim kaudalno.

U vodozemaca je pri kontrastnoj pretrazi probavnog sustava najčešće korišten barijev sulfat. Jodni preparati također se upotrebljavaju i daju odlične slike, no njihovi potencijalni toksični učinci na vodozemce još nisu istraženi (STETTER, 2001.). S obzirom na to da su svi odrasli vodozemci striktni mesojedi, imaju kratak probavni sustav i brzu pasažu sadržaja. Barijev se sulfat administrira oralno u dozi od 10 do 15 mL/kg, a snimke se rade odmah nakon primjene te 30 i 60 minuta poslije (slika 4), odnosno dok kontrastno sredstvo ne dođe do kloake. Ako je potreban zrak da ocrta organ, moguće ga je primijeniti injekcijski u celomsku šupljinu (MAYER, 2010.).

Preporučene doze kontrastnih sredstava za gma-zove i vodozemce prikazane su u tablici 1.

Tablica 1. Primjeri pojedinih doza pozitivnih kontrastnih sredstava za probavni sustav preporučenih za primjenu i prikazanih u provedenim istraživanjima (izvor: KLAPHAKE i sur., 2018.; PEES, 2011.; SMITH i sur., 2001.; BANZATO i sur., 2012.; GROSSET i sur., 2014.; LONG i sur., 2010.; MAYER, 2010.)

	BARIJEV SULFAT	JODNI PREPARATI
GMAZOVI	5 – 20 mL/kg	10 mL/kg
Zelena iguana (<i>Iguana iguana</i>)	25 mL/kg; 25 % w/v - LL projekcije s horizontalno usmjerenim zrakama te VD projekcije abdomena odmah nakon primjene te zatim u intervalima od jednog sata tijekom prvih 6 sati, nakon toga svakih 12 sati dok kontrast ne dođe do distalnog dijela kolona	
Kuglasti piton (<i>Python regius</i>)	25 mL/kg; 35 % w/v - DV projekcije abdomena 5 minuta nakon primjene te nakon 1, 2, 3, 6, 9, 12, 24 i 48 sati	
Bradata iguana (<i>Pogona vitticeps</i>)	15 mL/kg; 3 5% w/v - LL i DV projekcije abdomena odmah nakon primjene kontrasta, zatim 15 i 30 minuta kasnije te nakon 1, 2, 4, 6, 8, 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84 i 96 sati	
Crvenouha kornjača (<i>Trachemys scripta elegans</i>)	1,6 mL / 200 g - DV projekcije odmah nakon primjene, 20, 40, 60 i 90 minuta nakon primjene, zatim 2, 4, 6, 8, 12, 24, 32, 48 i 56 sati nakon primjene te naknadno, svaka 24 sata do potpune pasaže	
VODOZEMCI	10 – 15 mL/kg	

Zaključak

Budući da gmazovi i vodozemci obuhvaćaju veliku skupinu organizama koje trenutačno broje 12 263 vrsta gmazova i 8749 vrsta vodozemaca, ne samo da postoje velike razlike među ovim razredima u usporedbi sa sisavcima nego postoje i znatne međuvrsne razlike. Radiografske su pretrage među prvim dijagnostičkim postupcima koji se provode u obradi ovih pacijenata, a najvažnije su lateralna projekcija s horizontalno usmjerenim zrakama te dorzoventralna projekcija s vertikalno usmjerenim zrakama. Ho-

rizontalno usmjerene zrake pri lateralnoj projekciji iznimno su važne jer bi u slučaju vertikalnih zraka jedinku trebalo namjestiti u bočni položaj što bi, zbog nedostatka odvojene prsne i trbušne šupljine, rezultiralo promjenom položaja organa i nemogućnošću pravilne interpretacije rendgenograma. Kada želimo ostvariti bolji prikaz pojedinih organa i tkiva, koristimo se kontrastnim radiografskim pretragama kod kojih se najčešće upotrebljavaju kontrastna sredstva barijev sulfat i sredstva na bazi joda, u skladu s njihovim kemijskim svojstvima. Na temelju po-

dataka prikupljenih iz literature, primijenjene doze barijeva sulfata iznosile su 5 – 25 mL/kg, a jodnih sredstava 10 mL/kg jodne otopine, odnosno 250 mg joda/mL. U slučaju da se želimo koristiti referentnim rezultatima i podacima iz objavljenih istraživanja prilikom obrade vlastitih pacijenata, važno je obratiti pozornost na primijenjene materijale i metode te uvjete provođenja istraživanja s obzirom na velike vrsne i individualne razlike.

Literatura

1. BANZATO, T., P. SELLERI, I. A. VELADIANO, A. MARTIN, E. ZANETTI, A. ZOTTI (2012): Comparative evaluation of the cadaveric, radiographic and computed tomographic anatomy of the heads of green iguana (*Iguana iguana*), common tegu (*Tupinambis merianae*) and bearded dragon (*Pogona vitticeps*). BMC Vet. Res. 8, 53.
2. COMOLLI, J. R., S. J. DIVERS (2019): Radiography – Snakes. U: Mader's reptile and amphibian medicine and surgery. Third edition. (DIVERS, S. J., S. J. STAHL, Ur.), Elsevier, 503-513.
3. DI BELLO, A., C. VALASTRO, F. STAFFIERI, A. CROVACE (2006): Contrast radiography of the gastrointestinal tract in sea turtles. Vet. Rad. Ultrasound 47, 351–354.
4. DI IANNI, F., A. VOLTA, G. GNUDI, S. MANFREDI, M. BONAZZI, G. BERTONI (2009): Use of ultrasonography and contrast radiography for snake gender determination. Vet. Radiol. Ultrasound 50, 309–311.
5. DI IANNI, F., A. VOLTA, I. PELIZZONE, S. MANFREDI, G. GNUDI, E. PARMIGIANI (2014): Diagnostic sensitivity of ultrasound, radiography and computed tomography for gender determination in four species of lizards. Vet. Rad. Ultrasound 56, 40-45.
6. DIVERS, S. J. (2001): Diagnostic imaging of reptiles. Practice 23, 370–391.
7. GROSSET, C., L. DANIAUX, D. S.-M. GUZMAN, E. S. WEBER, A. ZWINGENBERGE, J. PAUL-MURPHY (2014): Radiographic anatomy and barium sulfate contrast transit time of the gastrointestinal tract of bearded dragons (*Pogona vitticeps*). Vet. Rad. Ultrasound 55, 241-25.
8. HERNANDEZ-DIVERS, S. J. (2006): Reptile radiography: techniques, tips and pathology. The North American Veterinary Conference, str. 1625–1630.
9. HOLMES, S. P., S. J. DIVERS (2019.a): Radiography – Chelonians. U: Mader's reptile and amphibian medicine and surgery. Third edition. (DIVERS, S. J., S. J. STAHL, Ur.), Elsevier, str. 514-527.
10. HOLMES, S. P., S. J. DIVERS (2019.b): Radiography - Lizards. U: Mader's reptile and amphibian medicine and surgery. Third edition. (DIVERS, S. J., S. J. STAHL, Ur.), Elsevier, str. 491-502.
11. HOLMES, S. P., S. J. DIVERS (2019.c): Radiography – General principles. U: Mader's reptile and amphibian medicine and surgery. Third edition. (DIVERS, S. J., S. J. STAHL, Ur.), Elsevier, str. 486-490.
12. KLAPHAKE, E., P. M. GIBBONS, K. K. SLADKY, J. W. CARPENTER (2018): Reptiles. U: Exotic Animal Formulary. 5th ed. (CARPENTER, J. W., M. J. MARION, Ur.), Elsevier, St. Louis, str. 81-166.
13. LANGAN, J. N. (2013): Radiographic Positioning and Interpretation. American Association of Zoo Veterinarians Conference 2013.
14. LONG, C. T., R. B. PAGE, A. M. HOWARD, G. P. MCKEON, S. A. FELT (2010): Comparison of Gastrografin to Barium sulfate as a gastrointestinal contrast agent in red-eared slider turtles (*Trachemys scripta elegans*). Vet. Rad. Ultrasound 51, 42–47.
15. MANS, C. (2013): Clinical Update on Diagnosis and Management of Disorders of the Digestive System of Reptiles. J. Exot. Pet Medicine 22, 141-162.
16. MATHES, K. A., K. RADELOF, E. ENGELKE, K. ROHN, C. PFARRER, M. FEHR (2019.): Specific anatomy and radiographic illustration of the digestive tract and transit time of two orally administered contrast media in Inland bearded dragons (*Pogona vitticeps*), PLoS ONE 14, e0221050.
17. MAYER, J. (2010): Amphibian radiology (Proceedings). MJH Life Sciences, <https://www.dvm360.com/view/amphibian-radiology-proceedings>
18. MCKENZIE, A., T. LI, B. DONELEY (2022): A comparison of two techniques to identify the sex of the eastern blue-tongue skink (*Tiliqua scincoides scincoides*). Aust. Vet. J. 100, 407-413.
19. PEES, M. (2011): Radiographic investigation. U: Diagnostic Imaging of Exotic Pets, Birds, Small Mammals, Reptiles. (KRAUTWALD-JUNGHANN, M.-E., i sur., Ur.), Schlütersche, Germany, str. 310-333.
20. PRICE, S. (2009): The use of contrast media in small animal radiography. Vet Times, <https://www.vettimes.co.uk/app/uploads/wp-post-to-pdf-enhanced-cache/1/the-use-of-contrast-media-in-small-animal-radiography.pdf>
21. RADEMACHER, N., J. G. NEVAREZ (2019): Radiography – Crocodylians. U: Mader's reptile and amphibian medicine and surgery. Third edition. (DIVERS, S. J., S. J. STAHL, Ur.), Elsevier LSE, str. 528-542.
22. RUTH, D. (2002): Use of Contrast Media in Veterinary Radiology. WSAVA 2002 Congress. Animal Health Trust, Newmarket, Suffolk, UK, <https://www.vin.com/apputil/content/defaultadv1.aspx?meta=&pld=11147&id=3846218>
23. SCHUMACHER, J., R. L. TOAL (2001): Advanced Radiography and Ultrasonography in Reptiles. Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine 10, 162-168.
24. SILVERMAN, S. (2006): Diagnostic imaging. U: Reptile Medicine and Surgery. 2nd ed. (MADER, D. R., Ur.), Saunders Elsevier, St. Louis, str. 471–489.
25. SMITH, D., H. DOBSON, E. SPENCE (2001.): Gastrointestinal studies in the Green Iguana: Technique and and reference values, Veterinary Radiology & Ultrasound 42, 515-520.
26. STETTER, M. D. (2001): Diagnostic imaging of amphibians. U: Amphibian medicine and captive husbandry. (WRIGHT, K. M., B. R. WHITAKER, Ur.), Krieger publishing company, Malabar, Florida, str. 253-258.
27. SVOB, T. (1974): Amphibia. U: Das Röntgenbild des Verdauungstraktes der Wirbeltiere und des Fischskeletts. (SVOB, T. i sur. Ur.), Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, str. 35-41.

28. ŠEHIĆ, M. (2009): Kontrastne pretrage. U: Analogni i digitalna rendgenografija u veterinarskoj medicini. Veterinarski fakultet, Zagreb, str. 219-234.
29. THRALL, D. (2012): Introduction to Radiographic Interpretation. U: Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology. (THRALL, D., Ur.), Elsevier Saunders, St. Louis, str. 110-122.
30. VETSCRAFT (2024): Indication and contraindication of contrast radiography in animals. <https://www.vetscraft.com/indication-and-contraindication-of-contrast-radiography-in-animals/>
31. WILLIAMS, J. (2002): Orthopedic radiography in exotic animal practice. Vet. Clin. North Am. Exot. Anim. Pract. 5, 1–22.

Contrast radiography examinations in reptiles and amphibians

Abstract

Contrast radiography examinations, as a form of additional diagnostic imaging, have great significance and make an important contribution in veterinary practice due to the possibility of better visualisation of organs and tissues, made possible by use of contrast media. With their increasing popularity, reptiles and amphibians are becoming more frequent pets and patients in veterinary clinics, where they sometimes require a detailed diagnostic workup, including contrast radiography examinations. This form of diagnostics can greatly contribute to the determination of the treatment plan in general and surgical treatment of these animals, having in mind their anatomical and physiological characteristics and peculiarities. The most commonly performed contrast examinations are examinations of the digestive tract, with positive contrast media for diagnosing obstructions, evaluating the size of the digestive tract and the food transit time, evaluating the integrity of the wall, distinguishing the digestive tract from the surrounding tissues, and for anatomical visualization alone. Examinations of the urinary and reproductive systems are also performed with the goal of better visualization, determining the existence of possible masses or herniations, and for determining the gender of snakes and lizards. Despite some limitations, the advantages of contrast radiography and radiography in general are great, as one of the primary diagnostic examinations in the treatment of a patient, but their implementation requires a significant level of knowledge and previous experience.

Key words: *contrast radiography examinations, positive contrast media, digestive tract, reptiles, amphibians*