

# Stres u gmazova

---

Nemanić, Lucija

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Veterinary Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:178:180733>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-24**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Veterinary Medicine -  
Repository of PHD, master's thesis](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**VETERINARSKI FAKULTET**

**Lucija Nemanić**

**STRES U GMAZOVA**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2020.**

## Sadržaj:

1. UVOD .....	1
2. PREGLED DOSADAŠNJIH SPOZNAJA .....	2
2.1. STRES I STRESNI ODGOVOR.....	2
2.2. REGULACIJA STRESNOG ODGOVORA .....	3
2.3. BIOLOŠKI BILJEZI STRESA .....	4
2.3.1. ODGOVOR AUTONOMNOG SIMPATIČKOG SUSTAVA.....	4
2.3.2. NEUROHORMONALNA REGULACIJA .....	6
2.3.3. HEMATOLOŠKE I BIOKEMIJSKE PROMJENE .....	9
2.3.4. IMUNOLOGIJA .....	11
2.4. UZIMANJE UZORAKA.....	12
2.4.1. METODE UZIMANJA UZORAKA .....	12
2.4.2. METODE MJERENJA KORTIKOSTERONA .....	12
2.5. ČIMBENICI STRESA .....	14
2.5.1. ČIMBENICI STRESA KOD DIVLJIH ŽIVOTINJA .....	14
2.5.2. ČIMBENICI STRESA KOD GMAZOVA KAO KUĆNIH LJUBIMACA.....	15
DRŽANJE.....	15
2.6. UVJETI DRŽANJA KAO PREVENCIJA STRESA .....	16
2.7. PROMJENE U PONAŠANJU UZROKOVANE STRESOM .....	21
2.7.1. SPECIFIČNE PROMJENE U PONAŠANJU U STRESU .....	23
2.8. SPECIFIČNE EVOLUCIJSKE TJELESNE PROMJENE U STRESU.....	23
2.9. NESPECIFIČNE TJELESNE PROMJENE I OZLJEDE POVEZANE UZ STRES ....	25
2.10.1. BOLESTI UZROKOVANE NEPRAVILNIM DRŽANJEM .....	27
2.10.2. KOŽNE BOLESTI.....	28
2.10.3. PROBAVNE BOLESTI.....	29
2.10.4. RESPIRATORNE BOLESTI .....	30
2.10.5. BOLESTI MOKRAĆNOG SUSTAVA .....	30
2.10.6. BOLESTI MIŠIĆNO SKELETNOG SUSTAVA .....	31
3. RASPRAVA.....	32
5. LITERATURA.....	35
6. SAŽETAK.....	42
7. SUMMARY .....	43
8. ŽIVOTOPIS .....	44

Diplomski rad je izrađen na Zavodu za fiziologiju i radiobiologiju Veterinarskog fakulteta  
Sveučilišta u Zagrebu.

Predstojnica:

Prof. dr. sc. Suzana Milinković Tur

Mentorica:

Doc. dr. sc. Ana Shek-Vugrovečki

Članovi Povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. Prof. dr. sc. Srebrenka Nejedli
2. Doc. dr. sc. Ivona Žura Žaja
3. Prof. dr. sc. Ana Shek-Vugrovečki
4. Doc. dr. sc. Mirela Pavić (zamjena)

## **Zahvala**

*Veliku zahvalnost dugujem svojoj mentorici doc. dr. sc. Ani Shek-Vugrovečki na iskazanom povjerenju, strpljenju i pomoći koju mi je pružila te svojom susretljivošću u potpunosti pridonijela ugodnoj atmosferi i suradnji tijekom pisanja ovog rada.*

*Zahvaljujem mojim prijateljima koji su svojim vedrim duhom, smijanjem, anegdotama te svakom kavom i izlaskom uljepšali i olakšali studentske dane. Hvala Katarini za sva zajednička danonoćna učenja i strpljenje koje je iskazala tijekom studija, bez tebe bi sve ove akademske godine bile neizmjereno teže.*

*Zahvaljujem i svima koji su na bilo koji način pridonijeli pisanju i izradi ovog diplomskog rada i svojom potporom me dizali na dane kada mi je to trebalo.*

*Zahvaljujem se cijeloj obitelji, a posebno mami i tati koji su vjerovali u mene i moj uspjeh i onda kada je bilo najteže. Hvala vam na pruženoj potpori kako bi studentske dane provela sa što manje briga i pamtila ih za cijeli život.*

*Znam da imam podršku i ljubav sa neba koja mi pruža svakodnevnu snagu i želju za daljnjim uspjehom u životu. Hvala ti.*

## Popis slika i tablica

Slika 1. Model biološkog odgovora životinje na stres (Izvor: TURK R. i sur., 2017.)

Slika 2. Aktivacija hipotalamus-hipofiza-nadbubrežna žlijezda osi pod utjecajem stresa, njeno djelovanje na sistemske procese u organizmu (izvor: WAEYENBERGE V.J i sur., 2018.)

Slika 3. Različiti prikazi rezultata aktivacije hipotalamus-hipofiza-nadbubrežna žlijezda osi kod gmazova izloženih stresu prilikom hvatanja. (izvor: MOORE I.T. i JOSSEP T.S, 2003.)

Slika 4. Osnovni prikaz osvjetljenja i grijanja terarija (izvor: GIRLING S., 2003.)

Slika 5. Interakcija kameleona sa prozirnou stijenkom nastambe (izvor: WARWICK C. i sur., 2013.)

Slika 6. Zmija *Heterodon platirhinos* fotografirana dok glumi smrt (izvor: LOCK B.A., preuzeto iz Mader D.R., Reptile medicine and surgery, 2005.)

Slika 7. Regeneriran rep kod leopard gekona *Eublepharis macularius* (izvor: MILJKOVIĆ J., 2016.)

Slika 8. Rostralne abrazije na gornjoj i donjoj čeljusti nastale zbog interakcije sa prozirnou stijenkom nastambe (izvor: WARWICK C. i sur., 2013.)

Slika 9. Radiografski prikaz litofagije i začepljenja crijeva kod kornjače (izvor: WARWICK C. i sur., 2013.)

Slika 10. Opekline kože burmanskog pitona nakon što se zamotao oko grijaće lampe (izvor: MADER D.R., 2005.)

Tablica 1. Usporedba različitih kriterija za procjenu stresa, 1. dio (izvor: WAEYENBERGE V.J. i sur., 2018.)

Tablica 2. Usporedba različitih kriterija za procjenu stresa, 2. dio (izvor: WAEYENBERGE V.J. i sur., 2018.)

## **POPIS KORIŠTENIH KRATICA**

HHA os – os hipotalamus-hipofiza-nadbubrežna žlijezda

CRH – kortikotropin oslobađajući hormon

ACTH – adrenokortikotropni hormon

SAM – odgovor autonomnog simpatičkog sustava

IgA – imunoglobulin A

FGM – fekalni glukokortikoidni metabolit

POTR – referirani optimalni temperaturni raspon

UV zrake – ultraljubičaste zrake

MBD – metabolička bolest kostiju

## 1. UVOD

U današnje vrijeme se u veterinarskoj struci sve češće susrećemo s gmazovima kao kućnim ljubimcima. Pogreške u držanju i prehrani vrlo su učestali razlog koji dovodi do stresa kod gmazova, a upravo je njihovo držanje u neodgovarajućim uvjetima najčešći problem na koji moramo upozoriti vlasnike.

Stres se može definirati kao fiziološki odgovor jedinke na prilagodbe zbog djelovanja vanjskog ili unutarnjeg čimbenika, koji bi mogao predstavljati prijetnju homeostazi (SILVESTRE, 2014.). Ukoliko se znakovi stresa ne prepoznaju i vlasnik ne reagira na vrijeme, može dovesti do promjena u ponašanju, poremećaja zdravlja i često smrtonosnog ishoda kod gmazova (DENARDO, 2005.)

U ovom diplomskom radu ću se osvrnuti na mehanizam stresa i njegov utjecaj na fiziološke promjene kod gmazova, prvenstveno u zatočeništvu, ali i u divljini, te detaljnije opisati kliničke pokazatelje stresa kako bi se na vrijeme pristupilo otklanjanju stresa, liječenju i vraćanju organizma u homeostazu.



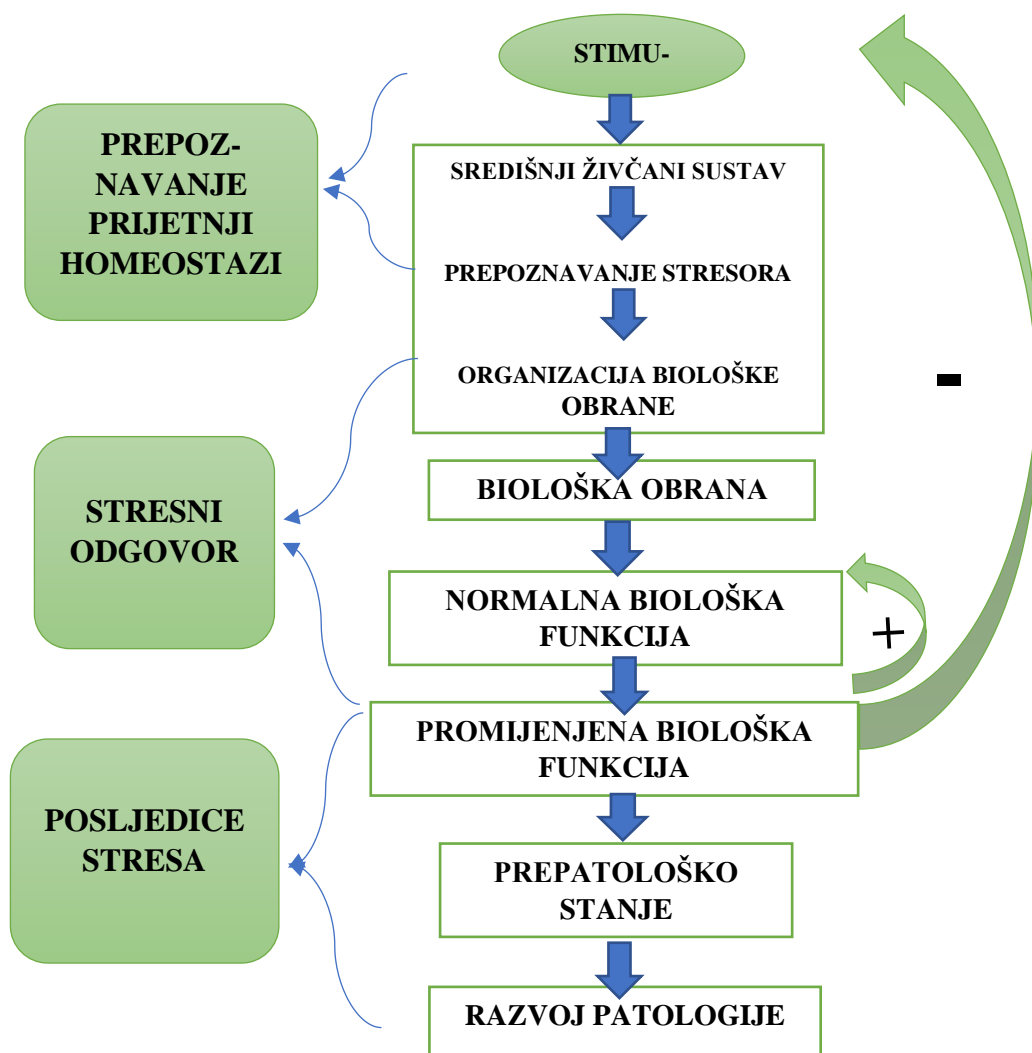
## 2. PREGLED DOSADAŠNJIH SPOZNAJA

### 2.1. STRES I STRESNI ODGOVOR

Svi kralješnjaci reagiraju na nepredvidive situacije i stresna stanja sa "stres odgovorom" (WINGFIELD, 2005.). Opći adaptacijski sindrom, kasnije nazvan stres odgovor, sastoji se od faze alarmne reakcije, faze rezistencije i faze iscrpljenosti te se one kronološki pojavljuju kao odgovor organizma na djelovanje nokse, tj. štetnog podražaja (SELYE, 1976.) Različite nokse posljedično uzrokuju različite specifične akcije te one uz endogene (dob, spol, pasmina, druge bolesti) i egzogene čimbenike (uvjeti držanja, hranidba) jedinke mogu utjecati na razvoj i očitovanje bolesti kod životinja. Utjecajem tih noksi i ovisno o odgovoru organizma dolazi do mijenjanja stanja homeostaze (ravnoteže) u stanje alostaze. (TURK. i sur., 2017.). Alostaza je sastavni dio stresnog odgovora, te predstavlja sposobnost organizma da se putem promjena procesa u organizmu prilagodi novonastalim događajima i uvjetima kako bi se postigla stabilnost organizma (MCEWEN i WINGFIELD, 2003).

GREGORY (2016.) navodi da su najčešći stresori za zmije u divljini su nedostatak hrane, gubitak staništa zbog ljudskog učinka i klimatske promjene dok SILVESTRE (2014.) u svom radu navodi da je kod zmija u zatočeništvu najčešći stres način držanja životinje.

Stresni odgovor obuhvaća odgovor autonomnog živčanog sustava, neuroendokrini odgovor, imunosni odgovor i promjenu ponašanja, a započinje aktivacijom središnjeg živčanog sustava i rezultira ili povratkom u homeostazu ili razvitkom patološkog stanja (MOBERG i MENCH, 2000.).



Slika 1.. Model biološkog odgovora životinje na stres (izvor: TURK R. i sur., 2017)

## 2.2. REGULACIJA STRESNOG ODGOVORA

Kada je podražaj determiniran kao stresan, mozak pokreće neuroendokrini odgovor koji se dijeli na akutnu i kroničnu fazu.

Akutna faza regulirana je simpatičkim živčanim sustavom te utječe na mnogobrojna tkiva. Stimulacijom srži nadbubrežne žlijezde i oslobađanjem adrenalina dolazi do pojačavanja signala simpatičkog sustava. Uzajamnim učinkom aktivacije SŽS i brzog otpuštanja hormona dolazi do brzog i intenzivnog odgovora. Ukoliko se radi o značajnijem djelovanju stresora, dolazi do induciranja sporijeg, ali dugotrajnijeg endokrinog puta – osi hipotalamus-hipofiza-nadbubrežna žlijezda (HHA os). HHA os započinje otpuštanjem kortikotropin oslobađajućeg hormona (CRH) iz hipotalamusa koji djeluje izravno na

adenohipofizu i otpuštanje adrenokortikotropnog hormona (ACTH). ACTH zatim putuje krvotokom i stimulira koru nadbubrežne žlijezde na oslobađanje glukokortikoida. U gmazova je prevladavajući glukokortikoid kortikosteron, tako da se njegovo serumsko povećanje često povezuje sa životinjom koja je u stresu.

Zajednički, izravni i neizravni učinak simpatičkog živčanog sustava, adrenalina i kortikosterona brzo izaziva značajne promjene u fiziološkom stanju koje mogu biti i dugotrajne (DENARDO, 2005.).

## 2.3. BIOLOŠKI BILJEZI STRESA

Učinci stresora remete održavanje ravnoteže organizma, tj. homeostaze te uzrokuju mnoge fiziološke promjene koje rezultiraju mjerljivim promjenama koncentracija raznih čimbenika (BENN i sur., 2019.) kao što su katekolamini, glukoza, otkucaji srca i krvni tlak, glukokortikoidi, hematološki i biokemijski parametri i imunoglobulini.

### 2.3.1. ODGOVOR AUTONOMNOG SIMPATIČKOG SUSTAVA SAM (od engl. *sympatic autonomic medullary*) odgovor

Odgovor autonomnog živčanog sustava na akutni stres ima brz, direktan i kratkotrajan učinak.

U već nekoliko sekundi nakon djelovanja stresora dolazi do otpuštanja katekolamina iz srži nadbubrežne žlijezde (SILVESTRE, 2014.). Katekolamini svojim djelovanjem izazivaju „borba ili bijeg“ odgovor, pri kojem se životinja ili suočava ili bježi od stresora, tj. problema na koji je naišla (DeNARDO, 2005.). Katekolamini se sintetiziraju i otpuštaju iz kromafinskih stanica srži nadbubrežne žlijezde koje su modificirani post-ganglijski simpatički neuroni (PERRY i CAPALDO, 2011.). Katekolamini stimuliraju alfa i beta adrenergične receptore te uzrokuju povišen arterijski tlak, pojačanu kontraktilnost srca, ubrzan rad srca, bronhodilataciju, glikogenolizu, glukoneogenezu i uzrokuju pojačan dotok krvi u mozak, srce i aktivne mišiće. Nadalje, katekolamini djeluju na smanjenje protoka krvi u organima probavnog i drugih sustava koji nisu nužni za obavljanje brze motoričke aktivnosti (REECE, 2015.). Uloga katekolamina u regulaciji metabolizma kod gmazova slabo je proučavana no potvrđeno je da adrenalin djeluje tako da uzrokuje hiperglikemiju i potiče glikogenolizu u jetri i taloženje glikogena u mišićima aligatora (DENARDO, 2005.).

Jačina djelovanja akutnog odgovora srži nadbubrežne žlijezde može se odrediti mjerenjem serumskih katekolamina, glukoze, otkucaja srca i krvnog tlaka (SILVESTRE, 2014.).

#### KATEKOLAMINI I STRES U GMAZOVA

Različiti stresori uzrokuju različito otpuštanja katekolamina kod gmazova., što je dokazano mnogim istraživanjima. Pa tako Ray i suradnici (2008.) zaključuju da dehidracija i terapija formalinom kod mekooklopnih kornjača podižu koncentracije adrenalina i noradrenalina. Usljed agresivnih napada i borbi guštera *Anolis carolinensis*, kod pobjednika je Korzan i suradnici (2000.) su zabilježili veću koncentracija adrenalina i noradrenalina nego kod gubitnika. Do povišenja njihovih koncentracija također dovodi i zagađenje okoliša (WATT i sur., 2007.). Kod guštera *Podarcis sicula* dopamin djeluje stimulatивно na HHA os i povisuje koncentraciju ACTH, kortikosterona i broja adrenalinskih stanica u kromafinskom tkivu (CAPALDO i sur., 2004.). U jednom istraživanju u kojem su se aligatori dugotrajno držali izvan vode došlo je do povišenja koncentracija adrenalina i noradrenalina, gdje je noradrenalin ostao povišen i nakon 24h, a adrenalin je počeo padati unatoč daljnjem djelovanju stresora (LANCE. i ELSEY, 1999.). U drugom istraživanju, vrijednosti adrenalina uzete pri kontroliranim uvjetima kod guštera *Urosaurus ornatus* bile su dvostruko veće nego kod aligatora (MATT i sur., 1997.).

Upravo takve velike razlike u vrijednostima, koje mogu varirati između vrsta i uvjeta držanja, otežavaju upotrebu katekolamina za procjenu stresa kod gmazova. (BENN i sur., 2019.)

#### GLUKOZA I STRESNA HIPERGLIKEMIJA

U istraživanju Aguirre i suradnika dokazano je da već 1h nakon zatočenja kornjače *Chelonia mydas* radi uzimanja uzorka krvi dolazi do povišenja koncentracije, tj. hiperglikemije. Koncentracija je najviša nakon 4h, te slijedi pad nakon 24h. Isti rezultat se dobio i kod zdravih i bolesnih životinja, tako da kada tumačimo koncentraciju glukoze kao pokazatelj za utvrđivanje stresa, treba uzeti u obzir u kakvom je zdravstvenom stanju životinja (AGUIRRE i sur., 1995.). Glukoza je potrebna kao izvor energije kada organizam ima veće energetske potrebe, kao što je prilikom održavanje stresnog odgovora. Katekolamini djeluju na povišenje razine glukoze u krvi na način da stimuliraju glikogenolizu i glukoneogenezu,

pojačano se izlučuje glukagon i smanjuje se sekrecija inzulina iz gušterače (GREGORY i SCHMID, 2001.). Mobilizacija glukoze, ili stresna hiperglikemija, fiziološki je ishod akutnog odgovora organizma na stres (MARIK i BELLOMO, 2013.; EIGLER i sur. 1979.).

## OTKUCAJI SRCA I KRVNI TLAK

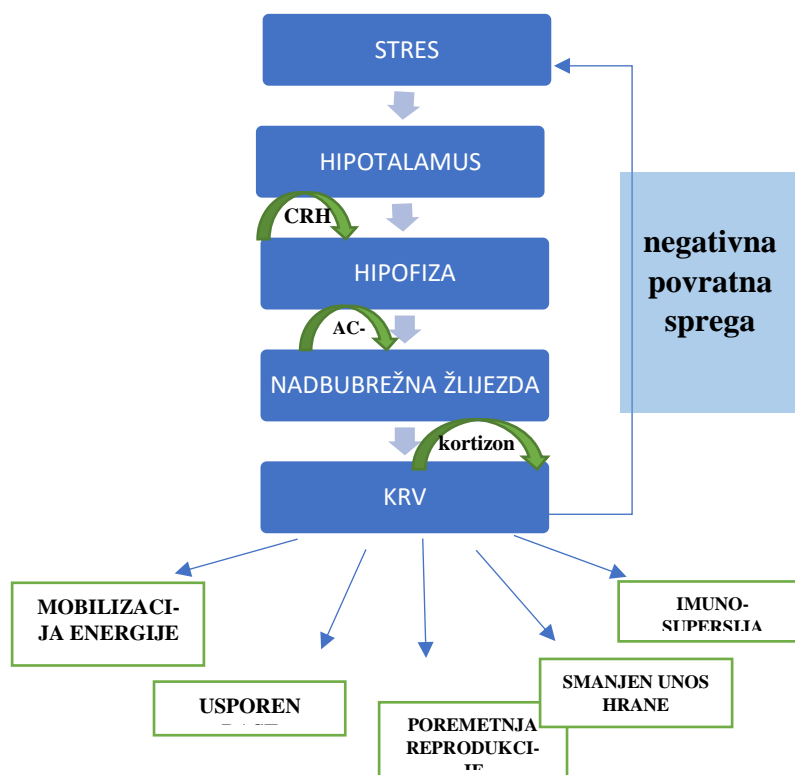
Aktivacijom autonomnog živčanog sustava i otpuštanjem adrenalina u stresnim situacijama ubrzava se rad srca i dolazi do vazokonstrikcije krvnih žila što povisuje arterijski tlak. Mjerenje varijabilnosti otkucaja srca koristi se kao mjera procjene dobrobiti i utjecaja stresa kod mnogih sisavaca (BORELL i sur., 2007.). Mjerenje broja otkucaja srca i krvnoga tlaka nije pouzdan pokazatelj za procjenu stresa kod gmazova, jer sam način izvođenja tih metoda dovodi do stresa te ih je na terenu teško izvoditi. Iako je metoda mjerenja broja otkucaja srca zapravo neinvazivna, nije još istražena u svrhu procjene dobrobiti gmazova, za razliku od učestale uporabe u procjene dobrobiti sisavaca. No, treba napomenuti da ukoliko bi se ta metoda koristila u gmazova valjalo bi uzeti u obzir moguća odstupanja zbog vanjske temperature i metaboličke aktivnosti gmazova (GONZALES i VERA, 1988.)

BENN i suradnici u svom istraživanju zaključuju da odgovor autonomnog simpatičkog sustava na stres nije upitan, no njegovi rezultati nisu pouzdani za potvrdu dugotrajnog stresa, već prikazuju samo sliku neposrednog, akutnog fiziološkog odgovora na stres (BENN i sur., 2019.) .

### 2.3.2. NEUROHORMONALNA REGULACIJA

Dugotrajnijim i kroničnim djelovanjem stresora na organizam dolazi do aktivacije osi hipotalamus-hipofiza-nadbubrežna žlijezda (HHA os) te izlučivanje glukokortikoida, najviše kortikosterona, u krv.

Kortikosteron je u gmazova analogan kortizolu kod sisavaca te se smatra adaptivnim hormonom koji olakšava dostupnost energije kroz glukoneogenezu kako bi se organizam suprotstavio stresu (PALACIOS i sur., 2012.). Kod dugotrajnog izlaganja stresu može doći do nepovratnog stanja organizma s neprikladnim količinama glukokortikoida, što dovodi do kroničnih poremećaja fizioloških aktivnosti i narušavanju dobrobiti (CLAUNCH i sur., 2017.).



**Slika 2.** Aktivacija HHA osi pod utjecajem stresa, njeno djelovanje na sistemske procese u organizmu (izvor: WAEYENBERGE V.J. i sur., 2018.)

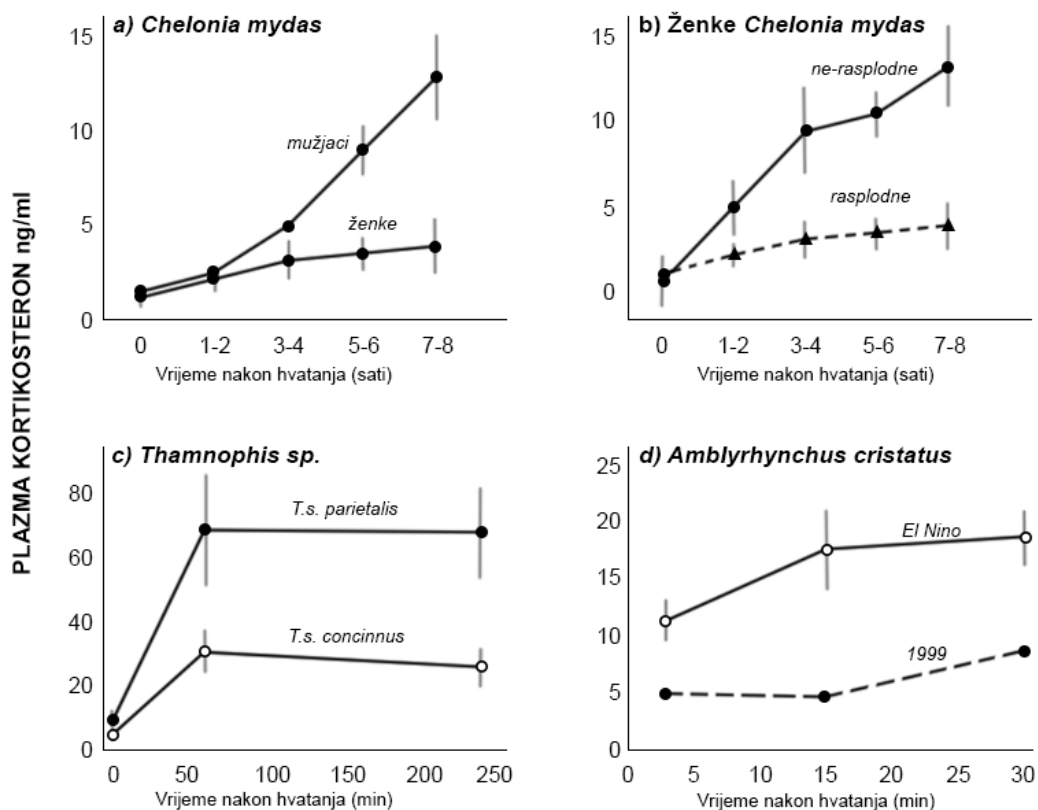
Fiziološka funkcija glukokortikoida u organizmu potvrđena je u mnogim učincima na metabolizam, ponajviše uzrokujući lipolizu, redistribuciju masti, pojačanu razgradnju proteina, glukoneogenezu i djeluju imunosupresivno. U stresnim situacijama, ovi učinci djeluju povoljno na preživljavanje, no ukoliko traju dugotrajno mogu imati veće posljedice na organizam (SILVESTRE, 2014.).

Cilj stresnog odgovora je da maksimalno poveća dostupnost energije organizmu kako bi se moglo suprotstaviti izazovima. Tako se inhibiraju svi sustavi koji nisu neophodni za trenutno preživljavanje iz dana u dan (npr. rast, razmnožavanje), no njihova inhibicija ima negativne učinke ukoliko prijeđe u dugotrajan proces (DENARDO, 2005.).

Na kortikosteron utječu mnogi fiziološki procesi i okolišni čimbenici, tako da njegova razina može varirati između jedinki ovisi o njihovom zemljopisnom položaju, prošlim iskustvima, trenutnom energetske statusu, reproduktivnom statusu, dobi i zdravstvenom

stanju (GLANGLOFF i sur., 2017.). Razina kortikosterona također ovisi i o temperaturi, tako je u skupini pitona *Antaresia childreni* držanih u zatočeništvu koji su bili izloženi nižim temperaturama dokazano povišenje koncentracije kortikosterona (DUPOUE, 2013.). Zmije, kao i ostale poikilotermne životinje, za vrijeme hladnijih mjeseci hiberniraju, pri čemu im se snižava tjelesna temperatura, a razina kortikosterona raste (NORDBERG I COBB, 2016.). Nadalje, dokazano je da mužjaci aligatora *Alligator mississippiensis* imaju višu koncentraciju kortikosterona nego ženke, isto je dokazano i kod kopnenih kornjača dok kod morskih kornjača *Caretta caretta* nema te razlike (SILVESTRE, 2014.).

Kortikosteron inhibira reproduktivna ponašanja koja bi utrošila puno energije, kako bi tu energiju preusmjerio na agresivno ponašanje i borbu za teritorij, dok ne utječe na kopulaciju, što mužjacima omogućuje sposobnost reprodukcije i u stresnim trenucima (DENARDO, 2005.). Uloga kortikosterona na reproduktivni sustav ženke je kompliciranija. Kod ženki u zatočeništvu dolazi do inhibicije estrogena što dovodi i do inhibicije proizvodnje prekursora bjelančevina jajeta - vitelogenina (MORALES I SANCHEZ, 1996.), te to može uzrokovati probleme kod novonabavljenih jedinki za uzgoj. Porast koncentracije kortikosterona je u korelaciji s pojačanjem reproduktivne proizvodnje. Moguće je i da ima ulogu u povećanju mobilizacije rezervi energije kako bi ju se usmjerio u energiju potrebnu za reproduktivni sustav (WILSON I WINGFIELD, 1992.).



**Slika 3.** Različiti prikazi rezultata aktivacija HHA osi kod gmazova izloženih stresu prilikom hvatanja. **a)** očigledna spolna razlika u razini kortikosterona kod goleme želve *Chelonia mydas*, **b)** velika razlika izmjerenog kortikosterona zabilježena je i kod ženki goleme želve *C. mydas* koje nisu rasplodne u usporedbi sa rasplodnim jedinkama, **c)** geografski utjecaj na različite koncentracije kortikosterona kod dvije podvrste zmija *Thamnophis sirtialis*; *T. s. parietalis* živi sjevernije od *T. s. concinnus*, **d)** negativni učinci atmosfersko-oceanskog fenomena El Nino na okoliš utjecali su na povišenu koncentraciju kortikosterona kod morske iguane *Amblyrhynchus cristatus* u usporedbi sa uzorkom uzetim od istih životinja godinu dana prije (izvor: MOORE I.T. i JOSSEP T.S., 2003.)

### 2.3.3. HEMATOLOŠKE I BIOKEMIJSKE PROMJENE

Kod domaćih životinja procjena zdravstvenog stanja se često utvrđuje analizom hematoloških pokazatelja no specifičnost krvnih stanica gmazova, tj. posjedovanje jezgre u krvnim stanicama, otežava automatsku diferencijaciju stanica, tako da se ti pokazatelji kod gmazova utvrđuju ručno (BELIĆ i sur., 2017.).



Kako bi se moglo procijeniti odstupanja vrijednosti u stresnim situacijama, bitno je znati referentne vrijednosti hematoloških parametara. Vrijednost hematokrita općenito kod gmazova je niži nego kod sisavaca i ptica, iznosi 0.20-0.4L/L te je odraz smanjenog kapaciteta prijenosa kisika (STACY i sur. 2011.), koncentracija hemoglobina je također niža, ona iznosi <100g/L (CAMPBELL i ELLIS, 2007.).

Nadalje, mnogi vanjski (okoliš, temperatura, stres, prehrana) i unutarnji čimbenici (hibernacija, dob, spol) kod gmazova mogu uzrokovati mijenjanje krvne slike (CAMPBELL I ELLIS, 2007.). Utvrđeno je da odrasli krokodili imaju viši broj eritrocita i niži broj limfocita u usporedbi s mladim krokodilima (STACY i WHITAKER, 2000.), a više vrijednost parametara crvene krvne slike uočene su kod mužjaka u usporedbi sa ženkama nekih kornjača (ZAIAS i sur., 2006.). Primjer utjecaja vanjskih čimbenika prikazan je u istraživanju gdje je zaključeno da gmazovi tijekom i netom nakon hibernacije imaju povećani broj eritrocita i eozinofila (MACHADO i sur., 2006.).

Iako se mjerenje kortikosterona u plazmi se smatra jednom od popularnijih metoda za utvrđivanje stresa kod gmazova (ROUSSELET i sur., 2013.) ono je povezano i sa promjenama hematoloških pokazatelja. Kao odgovor na stres i oboljenja kod sisavaca se javlja specifični leukocitni odgovor zvan stresni leukogram, a za njega su specifične pojave limfopenije, eozinopenije, neutrofilije i monocitoze (DMITROVIĆ i sur., 2017.). Glukokortikoida u krvi uzrokuje pojačanu migraciju bijelih krvnih stanica između tkiva i cirkulacije, što dovodi do smanjenja cirkulirajućih limfocita (DAVIS i MAERZ, 2010.). U sisavaca se omjer neutrofila i limfocita pokazao kao mogući pokazatelj stresa i upale, sa posljedičnim porastom neutrofila, tj neutrofilije i padom limfocita, tj. limfopenije (ZAHOREC, 2001.). Kod gmazova se umjesto neutrofila javljaju heterofili, koji su njima funkcionalno najbliži (BELIĆ i sur., 2017.). Često je kao posljedica stresa uočeno povišenje omjera heterofila prema limfocitima, (GANGLOFF i sur., 2017.), tj. porast kortikosterona je u korelaciji sa pojavom heterofilije i limfopenije i te promjene najčešće predstavljaju stresni leukogram kod gmazova (SILVESTRE, 2014.). U istraživanju gdje je cilj bio procijeniti stres spašenih morskih kornjača i usporediti vrijednosti sa slobodnoživućim kornjačama, dokazano je kako povišenje aktivnosti lizosoma i povišenje vrijednosti eozinofila predstavljaju najtočniju metodu procjene stresa i upale kod morskih kornjača (CALIANI i sur., 2019.).

Stres utječe na rast razine kolesterola i triglicerida, no jačina promjene može varirati ovisno o vrsti stresora. Nadalje, kod stresa se javlja hiperglikemija, povišenje hematokrita, razine natrija, klora i kalija (SILVESTRE, 2014.). Kod varana vrste *Varanus varius* držanih

u zatočeništvu, biokemijskom analizom uočena je povišena koncentracija kreatinin fosfokinaze kao odgovor na stres (SCHEELING i JESSOP, 2011.).

Proteini akutne faze su također povezani sa aktivnosti HHA osi tijekom neuroendokrinog odgovora na stres (PERRY i CAPALDO, 2011.), te se oni smatraju nespecifičnom komponentom urođenog imunskog sustava koji je uključen u obnovu homeostaze no ova vrsta utvrđivanja još nije standardizirana kod gmazova te je potrebno nastaviti sa istraživanjem istoga (SILVESTRE, 2014.).

#### 2.3.4. IMUNOLOGIJA

Gmazovi, kao i drugi kralješnjaci, imaju razvijenu urođenu i stečenu imunost. Urođena predstavlja prvu liniju nespecifične i brze obrane, dok pod stečenu spadaju stanična i humoralna imunost koje se javljaju sporije i specifičnije (ZIMMERMAN i sur., 2010.). U usporedbi sa sisavcima, gmazovi imaju slabiji i sporiji humoralni imunski odgovor (PARE I LENTINI, 2010.), dok je stanični i jači nego kod sisavaca (ZIMMERMAN i sur., 2010.).

Učinak stresnog odgovora na imunološki sustav je kompleksan, djeluje inhibicijski na upalni odgovor i proizvodnju protutijela. To se događa u svrhu očuvanja energije i njenog preusmjerenja za potrebitije sustave, tako se na primjer pri smanjenju upalnog odgovora poboljšava funkcija lokomotocijskog sustava, no također se pri dugotrajnoj imunosupresiji povećava izloženost organizma mikroorganizmima i posljedično oboljenje životinje (DeNARDO, 2005.).

Akutni odgovor na stres dovodi do povišenja IgA, dok kronično i produženo djelovanje stresora utječe na sniženje IgA, a protein se može mjeriti iz sline ili fecesa (TSUJITA i MORIMOTO, 1999.). Mjerenje antitijela IgA se može koristiti kao indikator stresa kod egzotičnih životinja, no korištenje metode imunoelektroforeze za mjerenje koncentracije IgA je zahtjevno i skupo, tako da niti nema dovoljno istraživanja napravljenih za korištenje IgA kao indikatora stresa kod gmazova (BENN i sur., 2019.).

Općenito se u humoralnom odgovoru gmazova, kao i samom imunskom sustavu, zna premalo, što dokazuje i otkrića dva nova izotopa imunoglobulina kod leopard gekona (DEZA i sur., 2007.).

## 2.4. UZIMANJE UZORAKA

### 2.4.1. METODE UZIMANJA UZORAKA

Načini i metode uzorkovanja moraju biti što jednostavnije, lakše za izvest i ne invazivne kako ne bi došlo do narušavanja dobrobiti životinja. Najčešći način za uzimanje uzoraka je iz krvi.

Kod gmazova se krv uzima iz repne vene, jugularne vene, okcipitalnog sinusa ili kardioцентezom. Ti postupci, ukoliko se ne izvode stručno i s oprezom, mogu izazvati dodatni stres kod životinje, mogu ju ozlijediti, a može doći i do ozljeđivanja osobe koja izvodi uzorkovanje kao što su ugrizi, ogrebotine i moguće zoonoze (BENN i sur., 2019.).

Pošto je taj postupak stresan za gmazove, izuzetno je bitno vrijeme uzorkovanja krvi kako bi se pravilno protumačili rezultati, tj. biološki biljezi stresa (BENN i sur., 2019). Brze promjene koncentracije kortikosterona odmah nakon hvatanja životinje otežavaju utvrditi bazalnu razinu kortikosterona. Zbog toga je potrebno utvrditi barem približni bazalni kortikosteron na način, kao primjer, da se odmah uzme uzorak krvi pri hvatanju životinje, i onda se opet ponove uzorci nakon 30 do 60 minuta kako bi se utvrdile promjene (DUPOUE i sur., 2013.).

### 2.4.2. METODE MJERENJA KORTIKOSTERONA

Kao već spomenuto, određivanje razine kortikosterona kao biološkog biljega stresa može biti dosta zahtjevno pošto i sam dnevni ritam utječe na njegovu razinu u plazmi. Kortikosteron se može odrediti radioimunološkim metodama (PALACIOS i sur., 2012.), enzimskim imunotestom u krvi i koži ili mjerenjem fekalnog glukokortikoidnog metabolita (FGM) (BERKVENS i sur., 2013.).

Za mjerenje kortikosterona u plazmi dovoljan je samo mali volumen (25-50  $\mu\text{L}$ ) plazme za kvantifikaciju (TARLOW i BLUMSTEIN, 2007.). Zmije brzo reagiraju na sam čin hvatanja kao akutnog stresa s povišenjem kortikosterona, pa to treba imati na umu kod očitovanja rezultata. Kod zmije *Thamnophis elegans* razina kortikosterona u trenutno hvatanja i vađenja krvi i 50 minuta nakon toga razlikovala se oko 300 ng/mL (PALACIOS i sur., 2012.).

Mjerenjem FGM se može utvrditi aktivnost HHA tijekom određenog vremena, on predstavlja kumulativnu izloženost kortikosterona, što odražava prosjek kortikosterona u krvi koje je životinja proizvela, metabolizirala i izlučila tijekom određenog razdoblja (SHERIFF i sur., 2011.). Mjerenje FGM je neinvazivno i stoga ne mijenja rezultate zbog načina uzorkovanja,. Uzimanje uzoraka fecesa ne zahtijeva hvatanje i držanje životinja pa su varijacije u rezultatima i najmanje (MILLER i sur., 2012.). No neki čimbenici ipak mogu utjecati na rezultate, kao što su prehrambene promjene - povišen unos vlakana rezultira povišenjem FGM, brži metabolizam, degradacija sa stajanjem nakon defekacije te kiše i vanjski uvjeti (TARLOW I BLUMSTEIN, 2007.).

**Tablica 1.** Usporedba različitih kriterija za procjenu stresa, 1. dio (preuzeto od WAEYENBERGE V.J. i sur., 2018.)

<b>KRITERIJI</b>	<b>ODNOS HETEROFILI: LIMFOCITI</b>	<b>KORTIKOSTERON U PLAZMI</b>	<b>FGM</b>	<b>KORTIKOSTERON U OLJUŠTENOJ KOŽI</b>
<b>SPECIFIČNOST</b>	niska do nepoznato	Nepoznato	nepoznato	nepoznato
<b>OSJETLJIVOST</b>	nepoznato do visoka	Nepoznato	nepoznato	nepoznato
<b>KVANTIFIKACIJA</b>	Moguće	Moguće	moguće	moguće
<b>INVAZIVNOST</b>	invazivno	invazivno	neinvazivno	neinvazivno
<b>PRIMJENJIVOST</b>	vrsna specifičnost	vrsna specifičnost	vrsna specifičnost	vrsna specifičnost
<b>POTREBNA STRUČNOST</b>	Visoka	visoka	visoka	visoka
<b>VALIDACIJA</b>	nije procijenjeno	nije procijenjeno	kod iguana	nije procijenjeno
<b>FAKTOR PRISTRANOSTI</b>	infekcije i upale	intrizični faktori, akutni stres, dnevni i sezonski ciklusi	intrizični faktori, promjena prehrane, degradacija nakon defekacije	intrizični faktori, mogući ekstraadrenalni putevi

FGM – fekalni glukokortikoidni metabolit

## 2.5. ČIMBENICI STRESA

Prepoznavanje i kvantifikacija kroničnog stresa bitna je kod divljih i kod zatočenih životinja. Kod životinja u divljini prvenstveno je ključna radi njihova upravljanja i staništa, dok je za gmazove koje držimo kao kućne ljubimce bitno radi održavanja dobrobiti (WAEYENBERGE i sur., 2018.).

### 2.5.1. ČIMBENICI STRESA KOD DIVLJIH ŽIVOTINJA

U zadnje vrijeme sve intenzivnija urbanizacije ima negativne posljedice na ekosustav i posljedično loš utjecaj na dobrobit životinja koje žive u svom prirodnom staništu. Koliko god da je procjena stresa kod gmazova u divljini izazovna i nedovoljno proučena, razumijevanja utjecaja stresnih čimbenika na dobrobit bitno je radi upravljanja populacijom gmazova u prirodi (BONNET i sur., 2016.).

Direktan utjecaj dostupnosti hrane na razinu stresa kod gmazova slabo je istražen, no zna se da ima utjecaj na veličinu populacije. Tako je u jednom istraživanju dokazano da je populacija zmija *Natrix natrix* u pozitivnoj korelaciji s populacijom žaba *Rana temporaria* i njihovim mriješćenjem (SEWELL i sur., 2015.), pošto se zmijama povećava izvor dostupne hrane.

Nadalje, gubitak staništa uzorkovan urbanizacijom utječe na stres i posljedično smanjenje populacije gmazova u divljini. Dokazano je povišenje koncentracije baznih glukokortikoida u plazmi u korelaciji s antropološkim utjecajima na okolinu (DANTZER i sur., 2014.). Iz praktičnih i estetskih razloga ljudi utječu na prirodna skloništa gmazova i smanjuju im odgovarajuća i nužna staništa što negativno utječe na njihovu populaciju i bioraznolikost, a čak je radi odbojnosti i negativne percepcije javnosti prema tim životinjama došlo do promjene u francuskom zakonodavstvu i prijašnji status talijanske ljutice *Vipera aspis* kao zaštićene se promijenio i dopustilo se njihovo čišćenje (BONNET i sur., 2016.).

Kao zadnje, klimatske promjene imaju velik utjecaj na sveopće stanje i populaciju gmazova u divljini. Gmazovi su ektotermi, te njihova temperatura ovisi o temperaturi okoline. Zmije koje žive u umjerenom pojasu za vrijeme hladnih i oštih zimskih mjeseci ulaze u hibernaciju te im je tjelesna temperatura niža, a razina kortikosterona u plazmi viša nego u aktivnom periodu (DUPOUE i sur., 2013.). Gubitak tjelesne težina je veći kod blažih zima, a do tog gubitka dolazi možda radi ubrzanijeg metabolizma kao rezultata korištenja više energije kod blažih temperatura. No kada su temperature za vrijeme hibernacije bile nešto

više nego potrebne za hibernaciju, razina kortikosterona nije očekivano narasla i uzrokovala stres (BRISCHOUX i sur., 2016.). Kao zaključak, treba reći da je potrebno mnogo više istraživanja o tome ima li globalno zatopljenje utjecaj na kroničan stres kod gmazova (WAEYENBERGE i sur., 2018.).

## 2.5.2. ČIMBENICI STRESA KOD GMAZOVA KAO KUĆNIH LJUBIMACA DRŽANJE

Najčešći problem kod držanja gmazova u zatočeništvu je neadekvatno držanje i loši uvjeti što dovodi životinju u fiziološki disbalans, onemogućenje ispoljavanja fizioloških potreba i posljedično stres. Mnogi nepovoljni uvjeti, kao što su nepravilna temperatura, vlaga u zraku ili nekvalitetna i neprimjerena prehrana, mogu životinju dovesti do stresa koji ukoliko se ne otkloni prelazi u kronični stres i ima teške posljedice na zdravlje gmaza. Čak i kada su zadovoljeni osnovni uvjeti to ne garantira dobrobit životinje, već im ti uvjeti moraju biti omogućeni na svrsishodni način, kao na primjer kod životinja koje piju vodu samo u obliku kapljica jutarnje rose, nije dovoljno osigurati zdjelu punu vode (DENARDO, 2005.)

Kada su i ti uvjeti zadovoljeni, i dalje se mora spomenuti da čak i veliki i kompleksni terariji i dalje ograničavaju kretanje životinja i rijetko kada mogu oponašati prirodni doseg staništa. Životinji je onemogućen bijeg, potraga za hranom i reprodukcijom, ili su oni izmijenjeni i imitiraju prirodne situacije, te su to sve situacije zbog čega životinje u zatočeništvu mogu biti pod stresom. No kvalitetnom prilagodbom životinje na zatočeništvo, učinak stresa može se eliminirati (DENARDO, 2005.).

Još jedan od mogućih čimbenika stresa u zatočeništvu je rukovanje životinjom, te ono dokazano povećava razinu kortikosterona i katekolamina. Treba izbjegavati preučestalo i nepotrebno rukovanje sa životinjom. Kada se životinja vadi iz terarija, to bi trebalo biti u zatvorenoj sobi, iznad stola ili krila kako životinja ne bi pala sa velike visine. Prije i poslije diranja gmazova obavezno je oprati i dezinficirati ruke (DENARDO, 2005.). Sa kornjačama se lako rukuje, no treba voditi opreza pri veterinarskom pregledu pošto mogu glavu i noge uvući u oklop i na taj način otežati pregled. Tada nam je potrebna asistencija druge osobe a ponekada i sedacija. Guštere je poželjno vaditi na način da jedna ruka obuhvaća zdjelice udove, a druga gornji dio tijela i glavu sa ventralne strane. Kod vrlo malih guštera bitno je paziti na njihovu tanku kožu kako ju ne bi potrgali. Guštere se nikada ne smije hvatati za rep kako ga ne bi otpustili, tj. kako ne bi došlo do autotomije. Zmije se drži na način da prstima

jedne ruke hvatamo zmiju direktno iza glave, a drugom rukom joj pridržavamo ostatak tijela. Kod većih zmija možemo se poslužiti kukama, tubama ili kliještima za lakši pregled. Zmije se ne smiju dirati za vrijeme presvlačenja kože (RAFTERY, 2019). Bitno je znati da ukoliko se rukovanje gmazovima radi pravilno, životinje se mogu naviknuti i s vremenom ne pokazivati stres na ovu radnju (KREGER i MENCH, 1993.).

Mnogi gmazovi su solitarne životinje a ljudi ih često drže u grupama jer im se čini da su usamljeni. Tako kod gmazova nastaje psihološki stres kao posljedica neprikladnog držanja s drugim vrstama. Čak i kod društvenih vrsta, oponašanje uvjeta u prirodnom staništu je gotovo nemoguće u zatočeništvu, te je bitno dobro proučiti vrstu prije uzimanja kao ljubimca (DENARDO, 2005.).

Zaključno, pošto postoje drastične razlike između uvjeta okoliša u prirodi i umjetno stvorenog okoliša u terariju izuzetno je bitno da se životinji omogući polagana aklimatizacija i prilagodba na nove uvjete. Također bitno je reći da su takve promjene lakše za podnijeti životinjama koje su rođene u zatočeništvu nego da ih se uvodi iz prirode, pa su tako i mogućnosti za stres smanjene (DENARDO, 2005.).

## 2.6. UVJETI DRŽANJA KAO PREVENCIJA STRESA

U Ujedinjenom Kraljevstvu dokazano je da 75% gmazova držanih kao kućnih ljubimaca umire u prvoj godini od nabavljanja životinje. To je samo jedan od dokaza da postoji velik nedostatak znanja i informiranosti vlasnika o uzgoju, držanju i zdravstvenoj zaštiti gmazova. Pravilno držanje i osiguravanje dobrobiti gmazova kao kućnih ljubimaca najvažniji je korak za suzbijanje stresa kod tih životinja. (WARWICK i sur., 2017.).

### NASTAMBA

Terariji moraju biti izgrađeni od čvrstog materijala, biti laki za održavanje čistoće i dovoljno veliki za određenu vrstu kako bi ona mogla nesmetano obavljati svoje normalne fiziološke funkcije i ponašanje. U obzir treba uzeti i radi li se o arborealnoj vrsti, kao što su zelene iguane ili burmanski piton, te prilagoditi veličinu terarija u visinu s postavljanjem visokih grana za penjanje i zamotavanje životinja. Od materijala se koriste najviše pleksiglas, ojačano staklo ili stakloplastika, a drvo se treba izbjegavati zbog teškog čišćenja i dezinfekcije osim ako im se spriječi truljenje zbog vlage (GIRLING, 2003.). Veličina terarija mora osiguravati prostor u kojem ona može ležati ili stajati u prirodnoj poziciji, te se nesmetano

kretati, hraniti i sakrivati, a određuje se tako da zbroj jedne dužine i širine terarija odgovara maksimalnoj dužini odrasle životinje (MITCHELL, 2004.). Neke od preporuka minimalnih dimenzija terarija za određene vrste naveo je ROSSI (2005): za kraljevske pitone *Python regius*, štakorašice *Pantherophis obsoletus* i kukuruzne zmijske *Pantherophis guttatus* terarij od 80x31x31 cm, dok je za šarenu bou *Boa constrictor* potrebno 120x45x55 cm. Bradate agame *Pogona vitticeps* i kornjače zahtijevaju 120x33x40 cm, a kameleoni 60x60x90 cm.

Nevezano koja je vrsta, svakoj životinji treba omogućiti mjesto gdje se može nesmetano zavući i sakriti, bilo od pogleda dok se hrani ili zbog presvlačenja i mira. Za supstrat na podu najčešće se koristi usitnjena kora, pijesak ili treset, ovisi o potrebama pojedine životinje. Bitno je i da se lako čisti i da nije toksičan za životinju. Pijesak se koristi kod pustinjačkih životinja kao što je leopard gekon, no bitno je paziti da im u prehrani ne fali minerala jer tada mogu početi konzumirati pijesak što dovodi do intestinalnih problema. Treset se koristi kod vrsta kojima je potrebna veća vlaga kao što je kineski vodeni zmaj (GIRLING, 2003.).

Za akvatične gmazove voda iz slavine predstavlja lošu zamjenu za prirodno kiselije vode u kojima obitavaju, te ukoliko u njoj provode previše vremena mogu razviti kožne lezije uzrokovane razvojem patogena u fecesom zagađenoj vodi. Poželjno je zakiseljavanje vode i dodavanje organskog materijala koje ometa rast patogena. Jedna od solucija za smanjenje infekcija je dodavanje jedne šalice kuhinjske soli na 80 litara vode. Supstrat koji je prekiseli, prelužnati presuh, prevlažan ili prljav može dovesti do dermatoloških i respiratornih problema gmazova (ROSSI, 2005.).

## TEMPERATURA

Gmazovima kao ektotermima fiziologija ovisi direktno o temperaturi okoline, tako se metabolizam, imunostani sustav, reprodukcija i ponašanje usko povezani s mogućnosti gmaza da održava optimalnu tjelesnu temperaturu. Izuzetno je bitno poznavati vrstu i njeno prirodno stanište i tako regulirati temperaturu okoline i ostale potrebe te vrste kao kućnog ljubimca. Poznavanje različitih morfoloških karakteristika govori nam o prilagodbi te vrste za upijanje topline, tako na primjer bradata agama *Pogona vitticeps* ima dorzoventralno spljošteno tijelo kako bi toplinu upijala odozgo, a kameleon *Chamaeleo calyptratus* lateralno spljošteno tijelo te usmjeravajući bočnu stranu tijela prema izvoru topline upija toplinu (MITCHELL, 2010.). Kao izvor topline preporučljivo je s vanjske strane terarija staviti grijaću prostirku kao



kontinuirani izvor topline. Osim toga, treba postaviti i grijaće tijelo kao unutarnje žarište topline, najbolje u obliku viseće žarulje (GIRLING, 2003.).

Poželjna temperatura za svakog gmaza definirana je kao preferirani optimalni temperaturni raspon (POTR), te je bitno održavati temperaturu unutarnjeg žarišta što bliže gornjoj vrijednosti POTR-a kako bi životinja u svakom trenu imala pristup i mogućnost podignut si tjelesnu temperaturu na onu koja bi joj odgovarala u prirodi. Generalno je preporučljivo za diurnalne životinje osigurati raspon 27-35°C s područjem za sunčanje 49-54.5°C, a za nokturalne dnevnu temperaturu 21-27°C, s toplijim područjem 32-35°C (ROSSI, 2005.). Dani su podaci za neke od češće držanih gmazova, tako se leopard gekon drži na 25-34°C, bradata agama na 25-32°C, kukuruzna zmija na 23-30°C, burmanski piton na 25-30°C, mediteranska kornjača 20-27°C, a kraljevski piton na 25.8-31.3°C (GIRLING, 2003.).

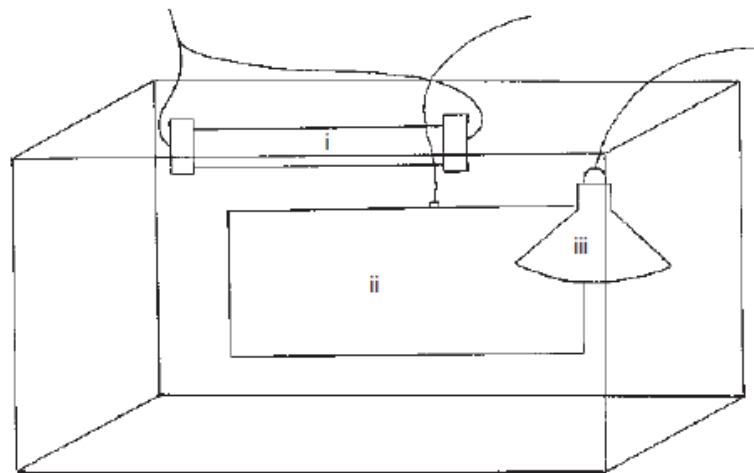
## VLAGA

Raznovrsnost gmazova i njihovo prirodno stanište zahtjeva poznavanje vrste i prilagodbu vlage terarija tim uvjetima jer dok neki gmazovi dolaze iz pustinjskih područja, drugima dom predstavljaju tropske kišne šume. Kineski vodeni zmaj *Physignathus cocincinus*, bazilisk *Basiliscus plumifrons* ili prugasta guja *Thamnophis sirtalis* žive u ili u blizini vode te im odgovara visoka vlaga 75-90% koja se održava učestalim prskanjem, kupanjem, vlažnim podlogama i postavljanjem živih biljaka. Kod mediteranskih kornjača *Testudo sp.*, bradatih agama *Pogona vitticeps* i leopard gekona *Eublepharis macularius* vlažnost treba biti niža, 25-50% (GIRLING, 2003.). Kod visoke vlage bitna je i dobra ventilacija prostora kako ne bi došlo do nakupljanja plijesni i bakterija (ROSSI, 2005.), a može se javiti i dermatitis. Kod preniske vlage može doći do problema u presvlačenju kože i dehidracije (MITCHELL, 2004.).

## OSVJETLJENJE

Kako je gotovo nemoguće osigurati sunčevu svjetlost u terariju bitno je osigurati izvor ultraljubičastih UV zraka, svjetlo za osvjetljenje i grijaći izvor svjetla. Za vidljivo svjetlo koje najbolje osvjetljava prostor koristi se fluorescentna rasvjeta, a za grijaće već navedeni načini zagrijavanja prostora. Djelovanje ultraljubičastih zraka potiče brojne tjelesne funkcije kao što su apetit i reprodukcija, te je izuzetno bitno kod rasta mladih gmazova. Postoji 3 tipa UV zraka: A, B i C, a kod gmazova su najbitnija UVA i UVB. UVA je prvenstveno povezan s ponašanjem dok je UVB neophodan za sintezu 1,25-hidroksivitamina D (MITCHELL, 2010.). Vitamin D3 povezan je s metabolizmom kalcija i rastom kostiju, a njegov nedostatak

uzrokovan manjkom UVB zraka može uzrokovati metaboličku bolest kostiju (GIRLING, 2003.). Gmazovima se treba omogućiti žarulje sa svjetlom punog spektra i prirodni ciklus svjetla ili fotoperiod od 12h koji se može skratiti za vrijeme hibernaciji ili produžiti u sezoni parenja. Ukoliko je fotoperiod dug 24h, ne dolazi do barem blagog pada temperature i imitacije noćnih uvjeta u prirodi te životinje mogu biti pod stresom (MITCHELL, 2004.). Nepravilni fotoperiod i regulacija temperature rezultiraju u učestalim reproduktivnim poremećajima kao što je kronična resorpcija žumanjka i tumori jajnika. Nadalje, ukoliko se fotoperiod ne smanji preko zime, životinje koje su zimi inače neaktivne i ne jedu sada će nastaviti jesti normalno što posljedično dovodi do pretilosti. Za regulaciju svjetla vlasnici mogu koristiti električne "tajmere" kao jednostavan i pristupačan način za održavanja fotoperioda (ROSSI, 2005.).



**Slika 4.** Osnovni prikaz osvjtljenja i grijanja terarija: (i) izvor UV svijetla (unutar terarija), (ii) grijaća prostirka (izvan terarija), (iii) žarulja kao unutarnje žarište topline (izvor: GIRLING S., 2003.)

## HRANIDBA

Gmazovi se mogu klasificirati u 4 dijetne skupine te je tome potrebno i prilagoditi njihovu prehranu u zatočeništvu. Pod mesoždere spadaju zmijske koje ili otrovom ubijaju plijen ili su udavke te tijelom guše plijen. Skupinu biljoždera predstavljaju neke kornjače i gmazovi kao zelena iguana. Leopard gekoni i ogrličasti gušter *Crotaphytus collaris* su primjeri kukcojeda te im je potrebno u prehranu dodati suplemente kalcija, a bradata agama je primjer gmaza koji je kao mlada kukcojed a zatim počinje jesti voće i povrće te spada u svejede.

Biljoždere je potrebno hraniti svaki dan, kukcojede 2-3 puta tjedno, a zmije ovisno o veličini zmije i plijena i učestalosti defeciranja, od jednom tjedno do jednom mjesečno (GIRLING, 2003.).

Zmije je poželjno hraniti s glodavcima koji su prethodno humano ubijeni (korištenje CO<sub>2</sub> ili cervikalnom dislokacijom). Ukoliko im dajemo živi plijen može doći do teških ozljeđivanja zmije sa strane glodavca. Također, poželjno ih je hraniti glodavcima koji su uzgojeni u zatočeništvu jer na taj način sprječavamo mogućnost hranjenja zmije s glodavcem koji je bio izložen pesticidima, insekticidima ili je bio zaražen nekom zaraznom bolešću koju može prenijeti na zmiju (MITCHELL, 2004.). Kako bi se potaknulo zmiju da pojede plijen, on se može prethodno zagrijati i s pincetom oponašati njegovo kretanje po terariju ili ga se ostavi preko noći ukoliko zmija preferira hranidbu preko noći. Bitno je zmiji osigurati mjesto gdje se može povući i sakriti kako bi probavila plijen.

Kod iguana i kornjača prilikom korištenja komercijalnih peleta za nadopunu prehrane, prije nudiženja životinji bitno ih je namočiti vodom da nabubre kako se to ne bi dogodilo unutar probavnog trakta i uzrokovalo kolike. Biljoždere ne treba hraniti animalnim proteinima, treba izbjegavati povrće koje uglavnom sadrži vodu kao što je zelena salata ili krastavci, te paziti na prekomjernu upotrebu goitrogenih namirnica kao što su kelj i brokula. Nadalje, prekomjerna konzumacija banana dovodi do fermentacije šećera i pojave kolika, a avokado ima izuzetno visoki udio masti i kod biljojedca može uzrokovati masnu degeneraciju jetre.

Primjer pravilne prehrane za kornjače je da većina prehrane se sastoji od lisnatih namirnica kao što je maslačak, peršin, radič i tome se dodaje grašak, grah, sijeno i ribana mrkva ili paprika. Od voća možemo dodati malo jabuka, lubenica, jagoda i cvijet maslačka. Tropskim vrstama kao što je *Geochelone carbonaria* i *Geochelone denticulata* udvostručujemo udio voća, a onim koje su više travnate kao što je *Geochelone elegans* dodajemo više svježih trave ili sijena. Kod kornjača svejeda kao što je *Terrapene carolina*, 50% prehrane možemo zamijeniti s natopljenom suhom hranom za pse, cvrčcima ili glistama. Svima je preporučeno davati dnevne suplemente s kalcijevim laktatom ili glukonatom, a na tjednoj bazi davati suplemente kalcija i vitamina D3 (GIRLING, 2003.)

## 2.7. PROMJENE U PONAŠANJU UZROKOVANE STRESOM

Do sada je prepoznato je tridesetak promjena ponašanja gmazova držanih u zatočeništvu do kojih dolazi zbog kroničnog stresa (WARWICK i sur., 2013).

Interakcija s prozirnim stjenkama nastambe jedna je od češćih posljedica neadekvatnog držanja i kroničnog stresa kod gmazova. Životinja nagonski ima želju za istraživanjem i bijegom pa pokušava proći kroz, ispod prozirne stranice nastambe ili penje po njoj, ne shvaćajući da se radi o prepreci, što posljedično često dovodi do samoozljeđivanja.

Hiperaktivnost ili hipoaktivnost mogu se procijeniti usporedbom s normalnom aktivnošću životinje, a mogu ih uzrokovati stresne situacije kao prenapučenost, preniske temperature, nedovoljno obogaćenje okoliša i ozljede.

Anoreksija je često zabilježen problem kod gmazova, pogotovo kod netom nabavljenih koje se još prilagođavaju okolini, ili kao posljedica letargičnosti ili infekcija.

Nadalje, javljaju se nevoljni brzi pokreti tijelom, skakutanja, preosjetljivost na stimuluse i sakrivanje glave. Neki gušteri se namjerno napuhavaju kako bi izgledali veći i ispuhuju zrak uz zvuk siktanja (BAYS i sur., 2006).

Često je naglašeno agresivno ponašanje prema drugim životinjama u nastambi i prema čovjeku. Gmazovi mogu i zauzimati specifične stavove u stresnim situacijama kao što su pravljenje petlje kod zmija, glumljenje smrti, ukipljivanje na mjestu. Kod kornjača je specifično snažno međusobno rašpanje ramfoteka što dovodi do neugodnog zvuka. Ramfoteka je keratinska prevlaka koja u tankom sloju prekriva kljun i čeljusnu kost (MADER, 2005.). U strahu i stresu često se javljaju i projeciranje penisa, regurgitacija – izbacivanje neprobavljene hrane, autotomija repa, pljuvanje otrova, štrcanje krvi iz očiju i promjene u pigmentaciji (WARWICK i sur., 2013.).

Stereotipije su pravilna, patološka ponavljanja određenih kretnji i aktivnosti koji nemaju funkciju ni cilj, a rezultat su nepovoljnog držanja zatvorenih životinja i posljedične frustracije i stresa (PERKOVIĆ, 2016.), kao što su kretanje u krug ili naprijed-nazad je jedna od često su opisivane u sisavaca, no kod gmazova nisu dokumentirane (WARWICK i sur., 2013.). Najčešće zabilježena stereotipija kod gmazova kao kućnih ljubimaca je interakcija s prozirnim stjenkama nastambe i pojačano istraživanje (WARWICK i sur., 2013).

Načini i navike spavanja mogli bi biti pokazatelj narušene dobrobiti no zasad ne postoji dovoljan broj istraživanja zdravog i pravilnog spavanja kod egzotičnih životinja (WHITHMAN i WIELEBNOWSKI, 2013.).



**Slika 5.** Interakcija kameleona sa prozirnom stijenkom nastambe, promjena u ponašanju uzrokovana stresom (izvor: WARWICK C. i sur., 2013.)

Kod gmazova je veoma važno "sunčanje" kako bi podigli temperaturu tijela i održavali fiziološke funkcije, tako da se vrijeme koje gmazovi provedu u sunčanju može uzeti u obzir pri procjeni zdravstvenog stanja te prisutnog stresa (YEATES I MAIN, 2008.). Najčešće je znak dobrog zdravstvenog stanja, no treba imati na umu da pojačano sunčanje može predstavljati i način suočavanja životinje sa stresom, npr. prilikom nepravilnog rukovanja životinjom ona može biti pod stresom pa će nakon toga biti željna toplijeg mjesta i upijanja sunca, ili kod neadekvatnog načina držanja s pre niskom temperaturom i prenapučenosti. Takvo ponašanje može dovesti do bihevioralne ili emocionalne groznice (WARWICK i sur., 2013.), tj. oni migriraju u topliju zonu kako bi povišili tjelesnu temperaturu čak i iznad normalnog raspona za tu vrstu i takvim se obrambenim mehanizmom oni suočavaju sa stresom ili nekim patogenom (BOLTANA i sur., 2018.).

Treba zaključiti da promatranje ponašanja gmazova može biti korisno pri prosuđivanju zdravlja i statusa stresa, no treba ih dobro razmotriti i uzeti u obzir da izostanak promjena u ponašanju ne isključuje prisutnost stresa i nužno promjene u koncentraciji kortikosterona. Naime, u istraživanju Clauncha i suradnika 2017. godine, u kojem je čegrtušama *Crotalus helleri* ugrađen implantat kortikosterona (3,6 mg kod zmija lakših od 800g, i 6,1 mg kod težih od 800g) nije dokazano da povišena koncentracija kortikosterona izaziva promjene u ponašanju.

## 2.7.1. SPECIFIČNE PROMJENE U PONAŠANJU U STRESU

### GLUMLJENJE SMRTI

Kako većina predatora svoj plijen zamjećuje dok su u pokretu, neki gmazovi su razvili sposobnost da prilikom stresa i obrane od predatora umrtve svoje tijelo te se tako čine kao neprivlačan plijen. Njihovo tijelo postane mlohavo i nepomično te mirisom i sekretom defekacije prekrivaju svoje tijelo kako bi neugodnim mirisom i okusom odbili grabežljivce pošto se oni ne hrane mrtvim plijenom. Odmicanjem opasnosti vraćaju tijelo u prirodan položaj, a ovakva promjena uočena je kod zmija iz roda *Heterodon sp.* i *Hemachatus sp.*, te kod guštera *Uroplatus sp.* i *Callopiestes flavipunctatus* i drugih (LOCK, 2005.).



**Slika 6.** Zmija *Heterodon platirhinos* fotografirana dok glumi smrt – leži na leđima, ima otvorena usta, izbačen jezik, raširenu kloaku (izvor: LOCK B.A., preuzeto iz Mader D.R. Reptile medicine and surgery, 2005.)

## 2.8. SPECIFIČNE EVOLUCIJSKE TJELESNE PROMJENE U STRESU

### MIMIKRIJA

Pošto neki gmazovi nisu sposobni za brzi bijeg od grabežljivaca ili od vanjskog stresora, oslanjaju se na druge oblike suočavanja koji koriste manje energije. Kod guštera koji su pod stresom ili se nalaze pred predatorom dolazi do promjena u boji kože, kao kod bradatih agama *Pogona vitticeps* kojima pod stresom potamni područje ispod brade (FROHNWEISER i sur., 2019.) i kod kameleona *Bradypodion transvaalense* (STUART-FOX i sur., 2006.). Kameleoni su poznati po tome da se prilagode boji okoline, a zelene iguane (*Iguana Iguana*) često postaju žuto-smeđe prilikom stresa (GIRLING, 2003.), a do toga moguće dolazi radi

varijacija u taloženju karotena tijekom stresa jer povećana koncentracija kortikosterona izaziva preraspodjelu karotenoida (npr iz jetre u krv), no dodatna istraživanja po tom pitanju su potrebna (FITZE i sur., 2009.). Također postoji i primjer mimikrije gdje neotrovne zmije oponašaju otrovnu koraljnu zmiju *Micrurus spp.* (VITT i CALDWEL, 2009.)

### AUTOTOMIJA REPA

Prilikom nepravilnog rukovanja gmazovima ili stresa od predatora, neki gmazovi, a pogotovo gušteri, mogu odbaciti dio svoga repa . To se događa kako bi odvratili pozornost grabežljivcu i imali dovoljno vremena za bijeg, te se odbačeni dio repa nastavlja gibati neko vrijeme za dodatno odvratanje pozornosti. Do regeneracije i rasta novog repa doći će kroz mjesec dana, no izgubljen kralježak zamijenit će hrskavica, a i sam izgled repa, ljuske i anatomska građa će biti promijenjeni. Gubitak repa ne predstavlja velik zdravstveni problem, no kako ga neki gušteri koriste za skladištenje masti ili socijalnu interakciju, u periodu dok se rep ne regenerira mužjaci se neće pariti, a ženke neće imati dovoljno energije za polaganje jaja (LOCK, 2005.).



**Slika 7.** Vidljivo regeneriran rep kod leopard gekona *Eublepharis macularius* (izvor: MILJKOVIĆ J., 2016.)

### ŠTRCANJE KRVI

Štrcanje krvi iz očiju, nosnica ili kloake je defenzivni odgovor na stres kod pustinjskog rogatog guštera *Phrynosoma sp.* i kod nekih zmija. Takva prilagodba nastala je kao modifikacija cefalične cirkulacije. Ograničenjem protoka krvi iz glave dolazi do povišenja vaskularnog tlaka, kontrakcije očnih mišića i puknuća kapilara što dovodi do štrcanja krvi i do 2m u daljinu (LOCK, 2005.).

## 2.9. NESPECIFIČNE TJELESNE PROMJENE I OZLJEDE POVEZANE UZ STRES

Procjena fizičkog zdravlja životinja može se koristiti kao jedan od indikatora dobrobiti i općeg stanja životinje. Dobro opće stanje životinje potiče jak imunitet, otpornost, funkcionalnost i bolje fizičko stanje životinje, a ukoliko je u lošem općem stanju to dovodi do lakših stvaranja ozljeda, infekcija i mogućih uginuća (BENN i sur., 2019.). Kroničan stres i dugotrajno djelovanje povišenog kortikosterona mogu rezultirati i degeneraciji mišića i usporavanju rasta životinje, što najčešće dovodi do anoreksije no kod nekih gmazova je opisana i pretilost kao posljedica stresa (SILVESTRE, 2014.). Pretilost pak vodi do drugih problema kao što su otežani porodi i zaostajanje jaja, pogotovo kod guštera, i smanjenje životnog vijeka, a prekomjerna masnoća se skuplja u potkožnom tkivu ili unutarnjim organima što dovodi do hepatičke lipidoze, pogotovo opisano kod kornjača (DONELEY i sur., 2017).

Od fizičkih ozljeda jedne od češćih su rostralne abrazije, koje nastaju kao posljedica stereotipije uzrokovane stresom. Male posjekotine u području njuške gmaza su često posljedica ponavljajućeg i dugotrajnog trljanja glava u proziranu stijenku nastambe (WAEYENBERGE i sur., 2018.).



**Slika 8.** Rostralne abrazije na gornjoj i donjoj čeljusti nastale zbog interakcije sa prozирnom stijenkom membrane (izvor: WARWICK C. i sur., 2013.)

Nadalje, javljaju se ventralne mandibularne lezije koje su češće vezane za arborealne vrste pa može doći do pada i ozljeda na tvrdim podlogama. Termalne kontakte opekline mogu biti posljedica nezadovoljavajućeg smještaja i temperature. Ukoliko su životinje stresirane zbog prenapučenog smještaja može doći do pojačane agresije između jedinki i ozljeda glave i ekstremiteta što posljedično može dovesti do apscesa i infekcija. Kod letargičnih životinja i



ukoliko imaju nedovoljno mjesta za kretanje javljaju se ventralne dermatoze. Crijevne infekcije mogu biti povezane i s ispoljavanjem stresa kroz jedenje neodgovarajućih predmeta kao što su šljunak ili kamenje, a posljedice mogu biti začepljenja, a i smrt (WARWICK i sur., 2013.).



**Slika 9.** Radiografski prikaz litofagije i začepljenja crijeva kod kornjače, javlja se kod nedovoljno obogaćenog prostora (izvor: WARWICK C. i sur., 2013.)

**Tablica 2.** Usporedba različitih kriterija za procjenu stresa, 2. dio (preuzeto od Waeyenberge i sur., 2018.)

KRITERIJ	PROMJENA U PONAŠANJU	POJAVNOST LEZIJA I INFEKCIJA	PROMJENA BOJE	GUBITAK TEŽINE
SPECIFIČNOST	Niska	niska	niska	niska
OSJETLJIVOST	Niska	visoka	niska	visoka
KVANTIFIKACIJA	nije moguća	nije moguća	nije moguća	nije moguća
INVAZIVNOST	neinvazivno	neinvazivno	neinvazivno	neinvazivno
PRIMJENJIVOST	nema vrsne specifičnosti	nema vrsne specifičnosti	vrsna specifičnost	nema vrsne specifičnosti
POTREBNA STRUČNOST	visoka	umjerena	visoka	niska
VALIDACIJA	nije procijenjeno	nije procijenjeno	nije procijenjeno	nije procijenjeno
FAKTOR PRISTRANOSTI	promatrač, intrinzični faktori	promatrač, drugi uzroci lezija i infekcija	promatrač, promjena u prehrani	infekcije, promjene u prehrani

## 2.10. BOLESTI GMAZOVA UZROKOVANE STRESOM I NEADEKVATNIM DRŽANJEM

Vlasnici gmazova i veterinari moraju razumjeti fiziologiju i funkcionalnu anatomiju gmazova te specifične fiziološke, morfološke i bihevioralne karakteristike pojedine vrste kako bi njihov uzgoj, dobrobit i zdravlje bili uspješni i zadovoljeni, te kako bi se stres i posljedične bolesti izbjegle pravovremeno. Treba bit svjestan da čak i rutinski postupci, kao što je kratkotrajno rukovanje gmazom, mogu biti okidači za stres, pogotovo kod gmazova u divljini (WARWICK i sur., 1995.). U ovom poglavlju navest ću neke od najčešćih bolesti koje veterinari zamjećuju i evidentiraju kod gmazova, a često su povezane i uzrokovane stresom i nepravilnim držanjem gmazova.

### 2.10.1. BOLESTI UZROKOVANE NEPRAVILNIM DRŽANJEM

Prehrana gmazova kao ljubimaca najčešće dobro izbalansirana te su poremećaji uzrokovani zbog nedostatka određenog nutrijenata ili minerala rijetki. Problem se može javiti kod zmija koje se hrane s ribama kod kojih može doći do deficita tiamina i vitamina E ukoliko se životinja hrani prethodno zamrznutom ribom. Manjak tiamina i vitamina E dovodi do neuroloških poremećaja, gubitka refleksa, tremora mišića i sljepoće. Avitaminoza E se može javiti kod zmija koje se hrane ribama s visokim udjelom polinezasićenih masnih kiselina što dovodi do steatitisa, upale masnog tkiva.

Često prijavljen problem od strane vlasnika gmazova je anoreksija ili odbijanje hrane, no javlja se češće kod gmazova uvezenih iz divljine nego kod onih rođenih u zatočeništvu. No, i loši uvjeti i neadekvatno grijanje mogu dovesti do hipotermije i posljedične anoreksije stoga je bitno informirati se o potrebama životinje i ne izlagati ju neadekvatnoj temperaturi i stresu. No pošto uzroci anoreksije mogu biti i mnoge druge stvari kao na primjer endoparaziti ili premalen plijen, tom problemu treba pristupiti s oprezom i uzeti dobru anamnezu.

Suprotno tome, no i dalje učestalo kod gmazova je problem pretilosti. Takve životinje su predisponirane za druge bolesti kao disfunkciju jetre. Rješavanju pretilosti treba postupiti postepeno kako ne bi došlo do naglog gubitka tjelesne težine i sekundarnih bolesti kao lipidoza jetre (MITCHELL, 2004.).

Kod neprikladnih korištenja izvora topline u terarijima kao posljedica mogu nastati opekline na tijelu. Zmije se znaju omotati oko žarulje kako bi se zagrijale ako nemaju dovoljno dobro zagrijan prostor ili ako su pod stresom.. Postoje teorije koje objašnjavaju da gmazovi nemaju jednako razvijene receptore za bol kao sisavci, pa zato tako visoke temperature i opekline ne povezuju s boli i posljedično se ne odmaknu od gorućeg predmeta. To je izuzetno čest razlog dolaska vlasnika veterinaru pa je bitno i razumjeti težinu ozljede te kako ih sanirati, a na sreću gmazovi imaju veliku moć regeneracije tkiva. Takve rane treba temeljito isprati i tretirati kao da su otvorene rane uz primjenu antimikrobnih pripravaka širokog spektra i analgetika. Pošto su gmazovi ektotermi i njihov metabolizam, imunosni sustav, reprodukcija i ponašanje ovise o održavanju odgovarajuće tjelesne temperature, hipotermija ima velike posljedice na cijeli organizam (MADER, 2005.).



**Slika 10.** Opekline kože burmanskog pitona nakon što se zamotao oko grijaće lampe, 25% ventralnih ljuski je prekriveno opeklinom (izvor: MADER D.R., 2005.)

Ukoliko se u istom prostoru nalazi previše jedinki ili se one ne podnose, dolazi do stresa i ispoljavanja agresije koje za posljedicu ima mnogobrojne ugrize i infekcije. Također, neke zarazne bolesti se mogu prenijeti s jedne životinje na drugu, kao npr. inkluzijska bolest zmija (MITCHELL, 2004.).

## 2.10.2. KOŽNE BOLESTI

### NEPRAVILNO PRESVLAČENJE KOŽE – DYSDECDYSIS

Proces stvaranja nove kože ispod stare se odvija kod zmija i nekih guštera. Između dva sloja se izlučuju proteolitički enzimi i limfna tekućina što odiže gornji stari sloj te se zmija

čini bljeđa i kao da ima mutne oči. Taj proces traje 5-7 dana, a kada je sva tekućina resorbirana u sljedećih 5-7 dana presvlači se gornji sloj kože od glave prema repu u jednom komadu. Ukoliko se ovaj proces ne odvije pravilno i koža se ne presvuče u jednom komadu govorimo o nepravilnom presvlačenju ili lat. *dysdecidysis*, a uzroci su najčešće zbog nepravilnog držanja životinje- dehidracija, stres, pothranjenost ili teže stare ozljede na tijelu (GIRLING, 2003.)

## APSCESI

Apscesi kod gmazova imaju i naziv fibriscesi, oni za razliku od sisavaca nemaju tekući gnoj već tvore čvrstu kazeoznu oteklinu omeđenu debelim ljuskavim slojem fibrinoznog tkiva. Mogu se javiti kao posljedica međusobnog ozljeđivanja zbog prenapučenosti terarija i javljanja agresije. Kod kornjača se najčešće pojavljuje u srednjem uhu, a uključene su većinom gram negativne bakterije i gljivice (HUCHZERMEYER I COOPER, 2001.).

## PRERAŠTANJE KLJUNA

Kljun kod kornjača može toliko prerasti da životinja više nije u mogućnosti normalno se hraniti te to direktno utječe na stres i anoreksiju. Uzrok tome su nepravilno opremanje terarija za životinju, tj. nedostatak abrazivnih namirnica ili abrazivne podloge s koje kornjača može jesti. Kljun se može skratiti specijalnim bušilicama kao i kod ptica. Također i kandže mogu biti predugačke no treba znati da neke vrste, kao što je mužjak crvenouhих kornjača, prirodno ima duge kandže koji mu pomažu pri parenju (GIRLING, 2003.).

## AKARIJAZA

Infestacija gmazova s grinjama ili krpeljima zove se akarijaza. Kod zmija su česte grinje *Ophionyssus natricis*, tamnocrvene su boje i nalazi se na mjestu preklapanja ljuskica. Izazivaju iritaciju, svrbež, anemiju i nepravilno presvlačenje, a mogu prenositi i različite patogene uzročnike. Bitno je i životinju i terarij što prije pravilno očistiti od nametnika kako ne bi zbog slabokrvnosti došlo do težih promjena općeg stanja. Kod gmazova se još pojavljuju i krpelji, ličinke muha koje uzrokuju mijazu i pijavice (FITZGERALD I VERA, 2005.).

### 2.10.3. PROBAVNE BOLESTI

#### POVRAĆANJE I REGURGITACIJA

Povraćanje i regurgitacija su simptomi češće viđeni kod zmija a ne kod drugih predstavnika gmazova. Kod zmija se regurgitacija često javlja kao stresni odgovor ukoliko se

rukuje s njom neposredno nakon hranjenja, te kod držanja zmija u prehladnim uvjetima. Čest uzrok povraćanja je invazija parazitom *Cryptosporidia serpentes* koji napada vanjsku membranu stanica koje oblažu želudac, te drugi uzroci kao što su bakterijski i gljivični gastroenteritisi, tumori, strana tijela i trovanja organofosfatima (FUNK, 2005.).

## CRIJEVNE BOLESTI

Od parazita kod zmija je najčešći *Kalicephalus spp*, *Strongylus spp*, *Bothridium spp* i *Entamoeba invadens*. Kod kornjača su to *Angusticaecum spp*, *Trichomonas spp* i *Hexamita spp*, a kod guštera *Strongylus spp* i *Entamoeba invadens*.

*Salmonella spp.* je rutinski izolirana iz zatočenih gmazova te predstavlja zoonotski potencijal prvenstveno za mlađu djecu i imunokompromitirane osobe. Povezanost sa zoonotskim slučajevima je gotovo uvijek vezana s nehigijenskim i neodgovarajućim rukovanjima s gmazovima. Ukoliko kod gmazova ne uzrokuje kliničku sliku, ne bi se trebala liječiti antibioticima. Prilikom drugih bolesti, parazitizma ili stresa *Salmonella spp* može postati oportunistički patogen (GIRLING, 2003.).

### 2.10.4. RESPIRATORNE BOLESTI

Gmazovi nemaju pravu dijafragmu niti refleks kašljanja pa im je otežano im je ukloniti tekućinu, sluz ili debris iz dišnih puteva, a nakupljanje tih tvari u plućima pogoršava tijek bolesti. Kod zmija se specifično javlja disanje na usta, a kod ostalih se javlja prekomjerno nakupljanje sluzi oko nosnica i usta.

Uzrok disanju na usta mogu biti paraziti (*Kalicephalus spp*, *Ascaridae*, *Rhabdias spp*), bakterije (*Aeromonas spp*, *Klebsiella spp*, *Pseudomonas spp*), virusi (*Paramyxovirus* i *Herpesvirus*) i drugo (GIRLING, 2003.).

### 2.10.5. BOLESTI MOKRAĆNOG SUSTAVA

Oštećenje bubrega dovodi do povišene koncentracija mokraćne kiseline u krvi koja tvori kristale. Ti kristali se talože i tvore visceralni giht (u srcu, bubrezima, jetri) ili giht u zglobovima. Ključnu ulogu u stvaranju gihta kod gmazova ima nekvalitetna prehrana

gmazova i neinformiranost vlasnika o potrebama pojedinih vrsta. Prehrana bogata proteinima, pogotovo kod biljojeda kornjača i kod iguana, uzrokuje pojačanu produkciju mokraćne kiseline. Takva hrana često ima i previsoke količine vitamina D3 i kalcija za biljojede te uzrokuje kalcifikaciju mekih tkiva. Bitno je životinjama nuditi kvalitetnu hranu i izvor proteina ovisno o njihovoj potrebi te osigurati tekućinu kroz cijelo vrijeme (MADER, 2005.).

Oštećenja bubrega mogu nastati zbog parazita (*Hexamita spp*, *Trichomonas spp*, *Giardia spp*), bakterija (*Salmonella spp*, *Aeromonas spp*, *Pseudomonas spp*) ili ijatrogenom primjenom nefrotoksičnih lijekova (GIRLING, 2003.).

#### 2.10.6. BOLESTI MIŠIĆNO SKELETNOG SUSTAVA

Metabolička bolest kostiju (MBD) je bolest česta kod mladih guštera i kornjača koje se hrane s hranom siromašnom kalcijem i zbog nedostatka UV svjetla gdje dolazi do nedovoljnog stvaranja vitamina D3. Životinja je često letargična, slaba, ima otečene udove zbog zadebljanja kostiju koju su zapravo nedovoljno mineralizirane te širenjem to kompenziraju. Javlja se omekšavanje čeljusti a kod kornjača dolazi do omekšavanje oklopa i njegovog piramidalnog oblika zbog mišićne deformacije plastrona i karapaksa uzrokovane hipomineralizacijom (GIRLING, 2003.).

### 3. RASPRAVA

Svi kralješnaci, pa tako i gmazovi, reagiraju na nepredvidive i stresne situacije u kojima nemaju kontrolu sa stresnim odgovorom.

Stresor može biti akutni što izaziva kratkotrajni odgovor organizma te fiziološke i bihevioralne promjene koje mu omogućuju preživljavanje, no stresor može biti jak ili kronični što dovodi do visokih razina lučenja glukokortikoida što pak dugotrajno remeti normalne funkcije gmazova i narušava dobrobit i zdravlje (WAEYENBERGE i sur., 2018.). Organizam nije sposoban podržavati dugotrajno razdoblje ekstremne mobilizacije energije i inhibicije drugih tjelesnih sustava bez štetnih posljedica. Tako, iako je stresni odgovor način prilagodbe, on također može dovesti i do smrti jedinke (DENARDO, 2005.).

Mnoga istraživanja ukazuju na problem manjka literature sa podacima o tome kako gmazovi u divljini endokrinološki reagiraju na stres kako bi se ti podaci mogli upotrijebiti za usporedbu s onima prikupljenima od gmazova držanih u zatočeništvu (DICKENS i ROMERO, 2013.).

Procjena dobrobiti i stresa izuzetno je bitna tijekom cijelog života gmaza no na to moramo posebno obraćati pozornost kod starijih životinja pošto su one sklonije boli i oboljenjima te je potrebno znati osobine različitih vrsta kako bi se moglo procijeniti što je patogeno, a što normalan znak starenja (BENN i sur., 2019.).

Neadekvatni uvjeti držanja u zatočeništvu koji dovode do stresa i povišenja koncentracije kortikosterona u plazmi, na gmazove utječu na mnogobrojne načine: životinja mijenja ponašanje, visoka razina kortikostena utječe na unos hrane i rast životinje, mijenja se metabolizam bjelančevina, lipida i ugljikohidrata. Nadalje, visoke koncentracije kortikosterona djeluju negativno i supresivno na reproduktivni i imunološki sustav te su životinje izloženije razvitku mnogobrojnih bolesti (WARWICK i sur., 1995.)

Bitno je biti oprezan u prosuđivanju ponašanja te poznavati normalno ponašanje za tu jedinku, pošto se životinje su inače koje normalno aktivne pod utjecajem stresa mogu postati letargične, a one koje su inače mirnije mogu postati puno aktivnije (WAEYENBERGE i sur., 2018.). Dugotrajna izloženost stresu i povišenom kortikosteronu mogu dovesti do depresije i reproduktivnih poremećaja kod gmazova (SILVESTRE, 2014.). Pokazatelji koji se smatraju korisnim u procjeni kroničnog stresa kod gmazova u zatočeništvu i koji se najčešće javljaju su: agresija, anoreksija, stereotipije i preusmjerenje aktivnosti (WARWICK i sur., 2013. a).

Razina kortikosterona kao biomarkera kroničnog stresa najčešće se određuje iz krvi, iako su moguće i metode određivanja iz fecesa i uzoraka odljuštene kože. Neinvazivne metode uzimanja uzoraka nisu dovoljno istražene kod gmazova, no nedavno istraživanje uspjelo je potvrditi otkrivanje kortikosterona u odljuštenoj koži komodo varana, te su dokazane već spomenuta varijacije vrijednosti unutar jedinki (CARBAJAL i sur., 2018.). Pretpostavlja se da se kortikosteron iz krvi ugrađuje u kožu stoga bi mjerenje kortikosterona u odljuštenoj koži moglo predstavljati budućnost za mjerenje kroničnog stresa kod gmazova (VAN WAEYENBERGE i sur., 2018.). Kod afričke kućne zmije *Lamprophilis fuliginosus* i čegrtuše *Sistrurus catenatus catenatus* dokazana je pozitivna korelacija između FGM i kortikosterona u presvučenoj koži, što dokazuje da aktivnost HHA osi djeluje na sličan način u određenom vremenu na oba izvora kortikosterona (BERKVENS i sur., 2013.).

Uspoređivanje rezultata tih različitih metoda dosta je zahtjevno, te često i varira zbog individualnih odgovora životinja na stres, nedovoljnih referentnih raspona fizioloških vrijednosti kortikosterona i nedostatka uniformne i standardizirane metode određivanja (SHERIFF i sur., 2011.).

Interspecifične i intraspecifične varijacije stresnog odgovora gmazova i njegovog negativnog učinka na reproduktivnost, metabolizam i imunitet važna su područja za buduća istraživanja. Kako se kod sisavaca sve više koriste alternativne metode kao metode neinvazivnih mjerenja, i to predstavlja moguće polje za istraživanje procjene stresa kod gmazova u budućnosti. Zaključno, stres kod gmazova je i dalje nedovoljno istraženo područje veterinarske medicine te nema dovoljno podataka za kvalitetnu obradu i usporebu podataka. Svako novo istraživanje pridonosi razumijevanju stresa kod tih životinja i predstavlja korak bliže pronalaženju uniformne metode za prepoznavanje stresa kod gmazova.



#### 4. ZAKLJUČAK

1. Stres je nespecifična reakcija organizma na djelovanje nokse (stresora), a očituje se različito ovisno o stresnom odgovoru, unutarnjim i vanjskim čimbima te o samom statusu jedinke
2. Stresni odgovor čine odgovor autonomnog živčanog sustava, neuroendokrini odgovor, imunosni odgovor i promjena u ponašanju
3. Stres utječe na dobrobit i zdravlje gmazova u divljini i gmazova držanih kao kućnih ljubimaca
4. Iako je stres način prilagodbe opasnosti, dugotrajno izlaganje stresu ugrožava život gmazova
5. Veterinari u praksi moraju znati mehanizam i utjecaj stresa kod gmazova, prepoznati kliničke znakove stresa i različitim metodama utvrditi postojanost stresa kod gmazova
6. Jedan od najboljih bioloških pokazatelja stresa je mjerenje kortikosterona u plazmi, fecesu i odljuštenoj koži
7. Mnogobrojne varijacije u rezultatima mjerenja otežavaju intepretaciju i dijagnozu stresa
8. Obrazovanje vlasnika o pravilnim uvjetima držanja gmazova i njihovoj prehrani i dobrobiti je najbolja prevencija stresa
9. Potrebna su daljnja istraživanja kako bi dobili referentne vrijednosti i odredili uniformnu metodu za procjenu stresa kod gmazova

## 5. LITERATURA

1. AGUIRRE A.A., G.H. BALAZS, T.R. SPARKER, T.S. GROSS (1995): Adrenal and hematological responses to stress in juvenile green turtles (*chelonina mydas*) with and without fibropapillomas. *Physiol. Zool.*, 68, 831–854.
2. BELIĆ M., R. TURK, M. LUKAČ, I. VERŠEC, M. ROBIĆ (2017): Hematologija gmazova. *Veterinarska stanica* 48 (5), 379-390.
3. BENN A.L., D.J. MCLELLAND, A.L. WHITTAKER (2019): A Review of Welfare Assessment Methods in Reptiles, and Preliminary Application of the Welfare Quality® Protocol to the Pygmy Blue-Tongue Skink, *Tiliqua adelaidensis*, Using Animal-Based Measures. *Animals (Basel)*;9(27) doi:10.3390/ani9010027
4. BERKVEN C.N., C., HYATT, C. GILMAN, D.L. PEARL, I.K. BARKER, G.F. MASTROMONACO (2013): Validation of a shed skin corticosterone enzyme immunoassay in the African House Snake (*Lamprophis fuliginosus*) and its evaluation in the Eastern Massasauga Rattlesnake (*Sistrurus catenatus catenatus*). *General and Comparative Endocrinology* 194, 1-9.
5. BOLTANA S., N. SANHUEZA, A. DONOSO, A. AGUILAR, D. CRESPO, D. VERGARA, G. ARRIAGADA, B. MORALES-LANGE B, L. MERCADO, S. REY, L. TORT, S. MACKENZIE (2018): The expression of TRPV channels, prostaglandin E2 and pro-inflammatory cytokines during behavioural fever in fish. *Brain Behav Immun.*71, 169-181. doi: 10.1016/j.bbi.2018.03.023.
6. BONNET X., S. LECQ, J.L. LASSAY, J.M. BALLOUARD, C. BARBRAUD, J. SOUCHET, G. PROVOST (2016): Forest management bolsters native snake populations in urban parks. *Biological Conservation* 193, 1-8.
7. BORREL von E, J. LANGBEIN, G. DESPRÉS, S. HANSEN, C. LETERRIER, J. MARCHANT-FORDE, R. MARCHANT-FORDE, M. MINERO, E. MOHR, A. PRUNIER, D. VALANCE, I. VEISSIER (2007): Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals -- a review. *Physiol Behav*;92(3):293-316. doi: 10.1016/j.physbeh.2007.01.007.
8. BRADLEY BAYS, T., T. LIGHTFOOT, J. MAYER (2006): Exotic pet behavior. Saunders Elsevier, St. Louis, Missouri, USA, str.. 117-122.
9. BRISCHOUX F., A. DUPOU, O. LOURDAIS, F. ANGELIER (2016): Effects of mild wintering conditions on body mass and corticosterone levels in a temperate reptile, the

- aspic viper (*Vipera aspis*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* 192, 52-56.
10. CALIANI I., L. POGGIONI, A. D'AGOSTINO, M.C. FOSSI, S. CASINI (2019): An immune response-based approach to evaluate physiological stress in rehabilitating loggerhead sea turtle. *Vet Immunol Immunopathol.*; 207:18-24, doi:10.1016/j.vetimm.2018.11.013.
  11. CAMPBELL T., C. ELLIS (2007): *Avian and exotic animal hematology and cytology*. Ames, Iowa: Blackwell Publishing, 91-140.
  12. CAPALDO A., V. LAFORGIA, R. SCIARRILLO, M. DEFALCO, S. VALIANTE, F. GAY, F. VIRGILIO, L. VARANO (2004): Effects of dopamine on the adrenal gland of *Podarcis sicula* (Reptilia, Lacertidae). *Gen. Comp. Endocrinol.* 135, 17–24.
  13. CARBAJAL A., O. TALLO-PARRA, L. MONCLUS, M. ARESTE, H. FERNANDEZ-BELLON, V. ALMAGRO, M. LOPEZ-BEJAR (2018): Corticosterone measurement in komodo dragon shed skin. *Herpetol. J.*, 28, 110–116.
  14. CLAUNCH N.M., J.A. FRAZIER, C. ESCALLÓN, B.J. VERNASCO, I.T. MOORE, E.N. TAYLOR (2017): Physiological and behavioral effects of exogenous corticosterone in a free-ranging ectotherm. *General and Comparative Endocrinology* 248, 87-96.
  15. DANTZER B., Q.E. FLETCHER, R. BOONSTRA, M.J. SHERIFF (2014): Measures of physiological stress: a transparent or opaque window into the status, management and conservation of species? *Conservation Physiology* 2(1), 1-18.
  16. DAVIS A.K., J.C. MAERZ (2010): Effects of exogenous corticosterone on circulating leukocytes of a salamander (*Ambystoma talpoideum*) with unusually abundant eosinophils. *Int. J. Zool.* 1-8 <https://doi.org/10.1155/2010/735937>.
  17. DENARDO D. (2005): *Stress in captive reptiles*, D. R. Mader, *Reptile medicine and surgery*, WB SaundersCompany, 119- 122.
  18. DEZA F.G., C.S. ESPINEL, J.V. BENEITEZ (2007): A novel IgA-like immunoglobulin in the reptile *Eublepharis macularius*. *Dev. Comp. Immunol.* 31, 596-605.
  19. DICKENS M.J., L.M. ROMERO (2013): A consensus endocrine profile for chronically stressed wild animals does not exist. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 191, 177-189.
  20. DMITROVIĆ P., D. KVIKA, G. ZAMOKAS, D. VNUK (2017): Procjena pokazatelja sindroma sustavnog upalnog odgovora u pasa, *Veterinarska stanica* br. 48 (6), 417-427.
  21. DONELEY B., D. MONKS, R. JOHNSON, B. CARMEL (2017): *Reptile Medicine and Surgery in Clinical Practice*; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA, 45-60.

22. DUPOUÉ A., F. BRISCHOUX, O. LOURDAIS (2013): Angelier, F. Influence of temperature on the corticosterone stress–response: An experiment in the children’s python (*Antaresia childreni*). *Gen. Comp. Endocrinol.*, 193, 178–184.
23. EIGLER N., L. SACCÀ, R.S. SHERWIN (1979): Synergistic interactions of physiologic increments of glucagon, epinephrine, and cortisol in the dog: a model for stress-induced hyperglycemia. *J Clin Invest.*;63(1):114-23. doi: 10.1172/JCI109264.
24. FITZE P.S., J. COTE, L.M. SAN-JOSE (2009): Carotenoid-based colours reflect the stress response in the common lizard. *Plos One* 4: e5111. doi:10.1371/journal.pone.0005111.
25. FITZGERALD T.K, R. VERA (2005): *Acariasis*, D.R. Mader, *Reptile medicine and surgery*, WB SaundersCompany, 720-738.
26. FROHNWIESER A., T.W. PIKE, J.C. MURRAY, A. WILKINSON (2019): Perception of artificial conspecifics by bearded dragons (*Pogona vitticeps*). *Integr Zool.* 14(3) 323-324 doi:10.1111/1749-4877.12303.
27. FUNK R.S. (2005): Vomiting and regurgitation, D.R. Mader, *Reptile medicine and surgery*, WB SaundersCompany, 939-940.
28. GANGLOFF E.J., A.M. SPARKMAN, K.G. HOLDEN,, C.J. CORWIN, M. TOPF, A.M., BRONIKOWSKI (2017): Geographic variation and within-individual correlations of physiological stress markers in a widespread reptile, the common garter snake (*Thamnophis sirtalis*). *Comp. Biochem. Physiol. A. Mol Integr. Physiol.*, 205, 68–76.
29. GIRLING S. (2003): Common reptile and amphibian diseases, *Veterinary nursing of exotic pets*, 163-174.
30. GONZALES J.G., L. DEVERA PORCELL (1988): Spectral analysis of heart rate variability of lizard, *gallotia galloti*. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, 254, 242–248.
31. GREGORY L.F., J.R. SCHMID (2001): Stress Responses and Sexing of Wild Kemp’s Ridley Sea Turtles (*Lepidochelys kempii*) in the Northeastern Gulf of Mexico. *Gen Comp Endocrinol.* 2001 Oct;124(1):66-74. doi: 10.1006/gcen.2001.7683
32. GREGORY P.T. (2016): Responses of natricine snakes to predatory threat: a mini-review and research prospectus. *Journal of Herpetology* 50(2), 183-195.
33. HUCHZERMEYER F.W., J.E. COOPER (2001): Fibrin, not abscess, resulting from localised inflammatory response to infection in reptiles and birds. *Veterinary Record* 147, 515–516.

34. KORZAN W.J., T.R. SUMMERS, P.J. RONAN, C.H. SUMMERS (2000): Visible sympathetic activity as a social signal in *Anolis carolinensis*: changes in aggression and plasma catecholamines. *Horm. Behav.* 38, 193–199.
35. KREGGER M.D., J.A. MENCH (1993): Physiological and behavioral effects of handling and restraint in the ball python (*Python regius*) and the blue-tongued skink (*Tiliqua scincoides*), *Appl Anim Behav Sci* 38(3-4):323-336.
36. LANCE V.A., R.M. ELSEY (1999): Plasma catecholamines and plasma corticosterone following restraint stress in juvenile alligators. *J. Exp. Zool.*, 283, 559–565.
37. LOCK B.A. (2005): Behavioral and morphologic adaptations, D.R. Mader, *Reptile medicine and surgery*, WB SaundersCompany, 163-175.
38. MACHADO C.C., L.F.N. SILVA , P. R.R. RAMOS, R.K. TAKAHIRA (2006): Seasonal influence on hematologic values and hemoglobin electrophoresis in Brazilian Boa constrictor amarali. *J. Zoo. Wildl. Med.* 37, 487-491.
39. MADER D.R (2005): Thermal burns, D.R. Mader, *Reptile medicine and surgery*, WB SaundersCompany, 916-923.
40. MADER D.R. (2005): Gout, D.R. Mader, *Reptile medicine and surgery*, WB SaundersCompany, 793-800.
41. MARIK P.E., R. BELLOMO (2013): Stress hyperglycemia: an essential survival response! *Crit Care.*;17(2):305. doi: 10.1186/cc12514.
42. MATT K.S., M.C. MOORE, R. KNAPP, I.T. MOORE (1997): Sympathetic mediation of stress and aggressive competition: Plasma catecholamines in free-living male tree lizards. *Physiol. Behav.*, 61, 639–647.
43. McEWEN B.S., J. C. WIGFIELD (2003): The concept of allostasis in biology and biomedicine. *Horm. Behav.* 43, 2-15.
44. MILLER K., B.F.N. ERASMUS, G.J. ALEXANDER (2012): Gut and intestinal passage time in the rainbow skink (*Trachylepis margaritifera*): implications for stress measures using faecal analysis. *J Anim Phys Anim Nutri* doi:10.1111/jpn.12004:1-11.
45. MITCHELL M.A. (2004): Snake care and husbandry. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice* 7 (2), 421-446.
46. MITCHELL M.A. (2010): Managing the Reptile Patient in the Veterinary Hospital: Establishing a Standards of Care Model for Nontraditional Species. *Journal of Exotic Pet Medicine*, Vol 19, 56-72.
47. Moberg G.P., J.A. MENCH (2000): The biology of animal stress - basic principles and implication for animal welfare, CABI Publishing, New York, USA, 199-359.

48. MOORE I.T., T.S. JESSOP (2003): Stress, reproduction, and adrenocortical modulation in amphibians and reptiles. *Horm Behav.*;43(1):39-47. doi: 10.1016/s0018-506x(02)00038-7.
49. MORALES M.H., E.J. SANCHEZ (1996): Changes in vitellogenin expression during captivity-induced stress in a tropical anole, *Gen Comp Endocr* 103, 209-219.
50. NORDBERG E.J., V.A. COBB (2016): Midwinter emergence in hibernating timber rattlesnakes (*Crotalus horridus*). *Journal of Herpetology* 50(2), 203-208.
51. PALACIOS M.G., A.M. SPARKMAN, A.M. BRONIKOWSKI (2012): Corticosterone and pace of life in two life-history ecotypes of the garter snake *Thamnophis elegans*. *General and Comparative Endocrinology* 175(3), 443-448.
52. PARÉ J.A., A.M. LENTINI (2010): Reptile geriatrics. *Vet. Clin. N. Am. Exot. Anim. Prac.*, 13, 15–25.
53. PERKOVIĆ N. (2016): Stereotipije farmskih životinja, diplomski rad, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2-3.
54. PERRY S.F., A. CAPALDO (2011): The autonomic nervous system and chromaffin tissue: neuroendocrine regulation of catecholamine secretion in non-mammalian vertebrates. *Auton Neurosci.*165, 54-66 doi:10.1016/j.autneu.2010.04.006.
55. RAFTERY A. (2019): Clinical examination, *BSAVA Manual of reptiles*, S. Girling, P. Raiti, British Small Animal Veterinary Association, 89-100.
56. RAY P.P., S. SARKAR, S. CHAUDARI-SENGUPTA, B.R. MAITI (2008): Adrenomedullary and glycemic alterations following diverse stress in soft-shelled turtles *Lissemys punctata punctata bonnoterre*. *Endocr. Res.* 33, 119–127.
57. REECE, W.O. (2015): *Dukes' physiology of domestic animals*, 13th ed., Wiley-Blackwell, Danvers, 1185-1390.
58. ROSSI J.V. (2005): *General husbandry and management*, D.R. Mader, *Reptile medicine and surgery*, WB SaundersCompany, 25-40.
59. ROUSSELET E., N. STACY, K. LAVICTOIRE, B.M. HIGGINS, M. TOCIDLOWSKI, J.P. FLANAGAN, C.A.J. GODARD-CODDING (2013): Hematology and plasma biochemistry analytes in five age groups of immature, captive-reared loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). *J. Zoo Wildlife Med.* 44 (4), 859-874.  
<https://doi.org/10.1638/2012-0162R1.1>
60. SCHEELINGS T., T. JESSOP (2011): Influence of capture method, habitat quality and individual traits on blood parameters of free-ranging lace monitors (*varanus varius*). *Aust. Vet. J.*, 89, 360–365.

61. SELYE, H. (1976): Forty years of stress research: principal remaining problems and misconceptions. *Can. Med. Assoc. J.* 115, 53-56.
62. SEWELL D., J.M. BAKER, R.A. GRIFFITHS (2015): Population dynamics of Grass Snakes (*Natrix natrix*) at a site restored for amphibian reintroduction. *The Herpetological Journal* 25(3), 155-161.
63. SHERIFF M.J., B. DANTZER, B. DELEHANTY, R. PALME, R. BOONSTRA (2011): Measuring stress in wildlife: techniques for quantifying glucocorticoids. *Oecologia* 166(4), 869-887.
64. SILVESTRE A. M. (2014): How To Assess Stress In Reptiles, *Journal of Exotic Pet Medicine* 23(3), 240-243.
65. STACY B.A., N. Whitaker (2000): Hematology and blood chemistry of captive mugger crocodiles (*Crocodylus palustris*). *J. Zoo. Wildl. Med.* 31, 339-347.
66. STACY N., A.R. ALLEMAN, K. SAYLER (2011): Diagnostic hematology of reptiles. *Clin. Lab. Med.* 31, 87-108.
67. STUART-FOX D., M.J. WHITING, A. MOUSSALLI (2006): Camouflage and colour change: Antipredator responses to bird and snake predators across multiple populations in a dwarf chameleon. *Biol. J. Linnean Soc.*, 88, 437-446.
68. TARLOW E.M., D.T. BLUMSTEIN (2007): Evaluating methods to quantify anthropogenic stressors on wild animals. *Applied Animal Behaviour Science* 102(3), 429-451.
69. TSUJITA S., K. MORIMOTO (1999): Secretory iga in saliva can be a useful stress marker. *Environ. Health Prev. Med.*, 4, 1-8.
70. TURK R., I. JUKIĆ, M. SAMARDŽIJA, M. ROBIĆ, M. BELIĆ (2017): Neuro-hormonska regulacija stresnog odgovora i učinak na imunost domaćih životinja. *Veterinarska stanica* 48 (4), 305-315.
71. VITTL J., J. P. CALDWEL (2009): *Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles* 3. izd. Amsterdam, Elsevier, str.. 298-323.
72. WAEYENBERGE V.J., J. AERTS, T. HELLEBUYCK, F. PASMANS, A. MARTEL (2018): Stress in wild and captive snakes: quantification, effects and the importance of management. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* 87(2), 59-87.
73. WARWICK C., F.L. FRYE, J.B. MURPHY (1995): *Health and Welfare of Captive Reptiles*; Chapman & Hall: London, UK, 24-70.
74. WARWICK C., M. JESSOP, P. ARENA, A. PLINY, E. NICHOLAS, A. LAMBIRIS (2017): Future of keeping pet reptiles and amphibians: animal welfare and public health

- perspective. *Veterinary Record*;181(17) 454-455 doi: 10.1136/vr.j4640. PMID: 29074796.
75. WARWICK C., P.C. ARENA, S. LINDLEY (2013): Assessing reptile welfare using behavioural criteria. *In Practice* 35, 123-131.
  76. WATT M.J., G.L. FORSTER, W.J. KORZAN, K.J. RENNER, C.H. SUMMERS (2007): Rapid neuroendocrine responses evoked at the onset of social challenge. *Physiol. Behav.* 90, 567–575.
  77. WENDLAND L.D., R.D. BROWN, A.P. KLEIN, M.B. BROWND (2005): Upper respiratory tract disease (Mycoplasmosis) in tortoises. D.R. Mader, *Reptile medicine and surgery*, WB SaundersCompany, 931-936.
  78. WHITHAM J.C., N. WIELEBNOWSKI (2013): New directions for zoo animal welfare science. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 147, 247–260.
  79. WILSON B., J.C. WINGFIELD (1992): Correlation between female reproductive condition and plasma corticosterone in the lizard *Uta stansburiana*, *Copeia* 92, 691-697.
  80. WINGFIELD, J. C. (2005): The concept of allostasis: coping with a capricious environment. *Journal of Mammalogy* 86(2), 248-254.
  81. YEATES J.W., D.C. MAIN (2008): Assessment of positive welfare: A review. *Vet. J.*, 175, 293–300.
  82. ZAHOREC R. (2001): Ratio of neutrophil to lymphocyte counts--rapid and simple parameter of systemic inflammation and stress in critically ill. *Bratisl Lek Listy*;102(1) 5-14.
  83. ZAIAS J., T. NORTON, A. FICKEL, J. SPRATT, N.H. ALTMAN, C. CRAY (2006): Biochemical and hematologic values for 18 clinically healthy radiated tortoises (*Geochelone radiata*) on St Catherines Island, Georgia. *Vet. Clin. Pathol.* 35, 321-325.
  84. ZIMMERMAN L.M., L.A. VOGEL, R.M. BOWDEN (2010): Understanding the vertebrate immune system: insights from the reptilian perspective. *J. Exp. Biol.* 213, 661 - 671. <https://doi.org/10.1242/jeb.038315>.



## 6. SAŽETAK

### Stres u gmazova

Stres, kada postane kroničan, i narušena dobrobit životinje negativno utječu na tjelesno i mentalno zdravlje te uzrokuju promjene u ponašanju kod gmazova u divljini i onih držanih kao kućnih ljubimaca. Stresni odgovor čine odgovor autonomnog živčanog sustava, neuroendokrini odgovor, imunosni odgovor i promjena u ponašanju. Na stres gmazova u divljini utječu dostupnost hrane, pristutnost grabežljivaca, okolišni čimbenici i antropološki utjecaji, dok je kod gmazova u zatočeništvu najveći izvor stresa nepravilno držanje životinja zbog loše educiranosti vlasnika. I dalje postoji potreba za standardiziranom kvantifikacijskom metodom za precizno određivanje razine stresa, no trenutno je najbolji biološki pokazatelj stresa razina kortikosterona u plazmi, izmetu ili odljuštenoj koži. Ako se stres kod gmazova u zatočeništvu pravilno procijeni i liječi, njihovo zdravlje i dobrobit se mogu popraviti.

U radu su, osim mehanizma i utjecaja stresa na organizam, opisani i pravilni uvjeti držanja gmazova u zatočeništvu te su opisane bolesti sa kojima se veterinari najčešće susreću, a posljedica su stresa.

**Ključne riječi:** stres, gmazovi, dobrobit, kortikosteron, uvjeti držanja

## 7. SUMMARY

### **Stress in reptiles**

Stress, when it becomes chronic and when it impacts the wellbeing of an animal, has a negative influence on physical and mental health and can cause changes in behavior in reptiles in the wildness as well as in those kept as pets. The stress response is made of the autonomic nervous system response, neuroendocrine response, immune response, and behavior change. Stress in reptiles in the wildness is affected by the availability of finding food, the presence of predators, environmental factors, and anthropological influences. At captive reptiles kept as pets the greatest source of stress is inappropriate management and inadequate conditions in which animals are kept due to poor education of the owners. The need for a standardized quantificational method for precise measurement of stress level still exists, but momentarily the most suitable biomarker of chronic stress is the level of corticosterone in plasma, feces, or shed skin. If the stress in captive reptiles is correctly evaluated and treated, their health and wellbeing can be improved.

In the presented thesis, beside mechanism and influence of stress on reptiles, appropriate management conditions for keeping reptiles in captivity are described as well as some of the most frequent illnesses that veterinarians encounter as a consequence of stress.

**Key words:** stress, reptiles, welfare, corticosterone, husbandry

## 8. ŽIVOTOPIS

Rođena sam 26.12.1993. godine u Zagrebu, gdje sam pohađala Osnovnu školu Matka Laginje i Prirodoslovnu gimnaziju Vladimir Prelog. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu upisala sam 2012. godine. Tijekom druge i treće godine studija bila sam demonstrator na predmetu Anatomija s organogenezom domaćih životinja I. Od samog početka studiranja posebno me zainteresirala grana veterinarske medicine koja se bavi fiziologijom, bolestima i liječenjem gmazova. Kako bi se čim više posvetila svojim interesima učlanila sam se u Udrugu studenata veterinarske medicine "Equus" i kroz cijeli studij bila njezin aktivan član. Glavni projekt USVM "Equus" bila je organizacija edukativne izložbe egzotičnih životinja "Reptilomanija+", u kojoj sam nekoliko godina sudjelovala kao volonter, a potom i kao organizator. Za sudjelovanje u organizaciji "Reptilomanije+" sam akademske godine 2014/2015 primila i posebnu Rektorovu nagradu. Dvije godine sam provela kao predsjednica udruge USVM "Equus" i bila dio organizacijskog odbora 1. Međunarodnog znanstveno-stručnog skupa o gmazovima i egzotičnim životinjama "Reptilia" na Veterinarskom fakultetu.

Kliničko stručnu praksu odradila sam u klinici za egzotične životinje Centro Veterinário da Estação u gradu Faro u Portugalu u sklopu ERASMUS+ programa mobilnosti.