Biokemijski i hematološki pokazatelji kod mačaka sa prevelikom tjelesnom težinom

Matas, Simona

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:178:794084

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Veterinary Medicine - Repository of PHD, master's thesis







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

VETERINARSKI FAKULTET

BIOKEMIJSKI I HEMATOLOŠKI POKAZATELJI KOD MAČAKA SA PREVELIKOM TJELESNOM TEŽINOM

SIMONA MATAS

ZAGREB, 2020.

Sveučilište u Zagrebu

Veterinarski fakultet

Zavod za kemiju i biokemiju

Predstojnica Zavoda: prof. dr. sc. Renata Barić Rafaj

Mentorica: prof. dr. sc. Renata Barić Rafaj

POPIS KRATICA

ALT - alanin aminotransferaza

AST - aspartat aminotransferaza

BAT - (*brown adipose tissue)* smeđe masne stanice

BCS - (*body score mass)* indeks tjelesne kondicije

BIL - ukupni bilirubin

BUN - *(blood urea nitrogen)* dušik iz uree

BW - *(body weight)* relativna tjelesna težina

CHOL - kolesterol

CRP - C reaktivni protein

EO - eozinofili

GLUK - glukoza

HDL – (*high density lipoprotein)*

HP - haptoglobin

HTC - hematokrit

IL-6 - interleukin 6

LDL - *(low density lipoprotein)*

LY - limfociti

MCH - (*mean corpuscular hemoglobin)* prosječni sadržaj hemoglobina u eritrocitima

MCHC - (*mean corpuscular hemoglobin concentration)* prosječna koncentracija hemoglobina u eritrocitima

MCV - (*mean corpuscular volume)* prosječni volumen eritrocita

MO - monociti

RBC - *(red blood cell count)* broj eritrocita

RDW - (*red blood cell distribution width)* distribucija eritrocita po volumenu

REF - referentne vrijednosti laboratorija

SEG - segmentirani leukociti

TNF-α - (*tumor necrosis factor alpha)* tumorski čimbenik nekroze alfa

TRIG - trigliceridi

VLDL – *(very low density lipoprotein)* lipoproteini vrlo niske gustoće

WBC - *(white blood cells)* broj leukocita

WC - (*weist circumference)* opseg struka

SADRŽAJ stranica

1. UVOD 1

1.1. FAKTORI RIZIKA 1

1.2. PATOLOGIJA – mehanička i metabolička 2

1.3. ADIPOKINI : ADIPONEKTIN , LEPTIN, LIPIDI 3

1.4. PROCJENA PRETILOSTI 4

1.5. PREVENCIJA I LIJEČENJE METABOLIČKOG SINDROMA 4

2. CILJ 5

3.ISPITANICI I METODE 5

3.1. ISPITANICI 5

3.2. METODE 5

3.3. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA 6

4. REZULTATI 6

5. RASPRAVA 15

6. ZAKLJUČCI 20

7. ZAHVALA 20

8. LITERATURA 21

9. SAŽETAK 26

10. SUMMARY 27

11. ŽIVOTOPIS 28

1.UVOD

U današnje su vrijeme pretilost i prekomjerna tjelesna težina postale velika prijetnja zdravlju ljudi i kućnih ljubimaca. Tijekom posljednjih nekoliko godina zabilježen je drastičan porast prevalencije pretilosti u ljudi, što nas upućuje na to da se očekuje porast i u mačjoj populaciji (BJORNVAD I HOELMKJAER, 2014). Pretilost je poznata kao jedan od najčešćih multikauzalnih nutritivnih poremećaja u mačaka kućnih ljubimaca. Studije provedene u nekolicini država utvrdile su da je od 11,5% do 63% mačaka pretilo ili s povećanom tjelesnom težinom (TARKOSOVA i sur., 2016). Definicija pretilosti se vodi kao povećanje postotka tjelesne masti iznad 30%, dok su za preveliku tjelesnu težinu očekivane brojke između 10% do 30%. Kada se govori o pojavi pretilosti uz normalnu tjelesnu težinu, može se usporediti tjelesno stanje kućnih mačaka sa tjelesnim stanjem u ljudi. Tako se kod kućnih mačaka nalazi postotak tjelesne masti koji varira od 23,6% do 38,4% iako nema povećane tjelesne težine, za razliku od vanjskih mačaka kod kojih je uz istu težinu postotak masti značajno niži (BJORNVAD i sur., 2014). Frekvencija pojave pretilih mačaka upućuje na to da je važnost prevalencije i menadžmenta ključna za održivost optimalnog zdravstvenog stanja i dobrobiti mačaka. Da bi to bilo izvedivo potrebno je poznavati rizične faktore (TARKOSOVA i sur., 2016).

1.1 FAKTORI RIZIKA KOJI DOVODE DO PRETILOSTI

U dosadašnjim istraživanjima nije dokazana povezanost određenih pasmina s pojmom pretilosti, međutim može se napomenuti da su mačke jače tjelesne građe i razvijenije muskulature sklonije prekomjernoj tjelesnoj težini. Također se spominje veći rizik kod steriliziranih ženki te mužjaka, posebice u dobi od pete do jedanaeste godine života (TARKOSOVA i sur., 2016.) Kao jedan od faktora možemo spomenuti i upotrebu određenih lijekova (FREITAS i sur., 2018). Veza ljubimca i vlasnika je jedan od važnijih uzroka pretilosti, koji se izravno veže za sjedilački i neaktivan način života te starije vlasnike koji većinu dana provode u kući (TARKOSOVA i sur., 2016). Naravno, ne smijemo zaboraviti spomenuti hranidbu koja je ključna u ovim slučajevima. Međutim, iako je provedeno mnogo istraživanja na tu temu, zaključci su bili različiti prilikom izbora najboljeg načina hranidbe. Naime, pokazalo se da je uloga veterinara izuzetno važna kad je riječ o edukaciji vlasnika. Tako se prilikom jednog istraživanja provedenog u Ontariju pobliže objasnio način komunikacije vlasnik – veterinar obzirom da su korištene video i audio snimke zabilježe tijekom kliničkog pregleda. Na temelju tih snimki zaključeno je da se veterinari moraju usmjeriti na edukaciju

vlasnika pretilih mačaka, ali i onih vlasnika čiji ljubimci imaju predispoziciije da postanu pretili ukoliko se određene mjere ne poduzmu na vrijeme (PHILLIPS i sur., 2017).

1.2. PATOLOGIJA – mehanička i metabolička

Kako bi se uspješno izborili s pretilošću i njezinim posljedicama, potrebno je razumijeti mehanizme njezina djelovanja na organizam (RAUSCHERT i sur., 2014). Postoji izrazita razlika između dva tipa adipocita u masnom tkivu prisutnom u sisavaca. Bijelo masno tkivo je važan endokrini organ te služi za skladištenje energije, dok je smeđe masno tkivo zaslužno za potrošnju energije prilikom termogeneze kod izlaganja hladnoći. Kod pretilosti dolazi do povećanja količine bijelog masnog tkiva zbog disbalansa između unosa i potrošnje energije, što se rezultira skladištenjem viška energije u bijelom masnog tkivu u obliku triglicerida. Pretjerano taloženje bijelog masnog tkiva u organizmu dovodi do mehaničkih i metaboličkih posljedica (TARKOSOVA i sur., 2016). Kao endokrini organ, masno tkivo ima ulogu otpuštanja adipocitokina. Ovi proteini sudjeluju u širokom spektru fizioloških procesa koji uključuju homeostazu glukoze i lipida, krvni tlak, regulaciju tjelesne težine te imunološke procese (OKADA i sur., 2017). Od adipocitokina spominju se leptin, rezistin, faktor nekroze tumora alfa (TNFa), interleukin – 6 (IL – 6), angiotenzin II te inhibitor aktivatora plazminogena 1 (KASSI i sur., 2011).

Pretilost mehanički utječe na povećano opterećenje zglobova i mišića (TARKOSOVA i sur., 2016) i posljedično tome vodi do osteoartritisa (RAUSCHERT i sur. 2014). Između ostalog, može biti uzrok poremetnje respiratorne funkcije i hromosti (TARKOSOVA i sur., 2016), zatim se povezuje s bolestima donjeg urinarnog trakta te bolestima usne šupljine (OHLUND i sur., 2018). Spominju se jos razni poremećaji u pretilih životinja, poput dermatoloških problema. U mačaka je primjerice dokazano otežano izmjenjivanje dlake (GERMAN, 2006), što se očituje pojačanjim perutanjem te suhom dlakom posebice u kaudalnoj regiji (BJORNVAD i sur., 2014). U bolesti koje se povezuju s pretilosti kod mačaka još uključujemo diabetes mellitus, inzulinsku rezistenciju, te abnormalnosti profila lipida, što mačke stavlja u ulogu modela za metabolički sindrom u ljudi zbog izrazite sličnosti (OKADA i sur., 2017).

Jedna od najvećih posljedica pretilosti je metabolički sindrom, odnosno metabolički poremećaj koji uključuje pretilost u području abdomena, hipertenziju, hipertrigliceridemiju, hiperglikemiju te sniženu koncentraciju HDL – kolesterola (ZHOU i sur., 2016). Privremeni kriteriji za dijagnozu metaboličkog sindroma u mačaka su povećanje normalne tjelesne težine

za 10% odnosno BCS > 3, te bar dva od navedenih faktora: koncentracija glukoze u plazmi > 6,66 mmol/L, koncentracija TG > 1,86 mmol/L i/ili koncentracija kolesterola > 4,66 mmol/L, te aktivnost ALT > 100 IU/L, odnosno smanjena koncentracija adiponektina ili povećana koncentracija inzulina u krvi (MORI i sur., 2012). Jednostavnije rečeno, u ljudi je definiran kao skupina rizičnih faktora usko povezanih s bolestima kardiovaskularnog sustava. Dok se u mačaka očekuje sličan patofiziološki put i razvoj bolesti, uz poremećaj regulacije adipokina, kroničnu upalu i lipotoksičnost (OKADA i sur., 2017).

1.3. ADIPOKINI: ADIPONEKTIN, LEPTIN, LIPIDI

Primarna uloga adipoznog tkiva je skladištenje energije u obliku triglicerida koji se otpuštaju tijekom gladovanja, tjelesne aktivnosti te infekcija, međutim ono se još uzima u obzir i kao endokrini organ (RAKOTOARIVELO i sur. 2018). Ne možemo reći da je adipozno tkivo homogeni endokrini organ, već se radi o grupi od nekoliko žlijezdi koje različito djeluju (KURYSZKO i sur., 2016). Iako ne možemo za sve pretile jedinke reći da im je metabolički sustav poremećen, većina njih ipak pati od inzulinske rezistencije. Kod pretilosti je zabilježen pad adiponektina, koji inače štiti od razvoja dijabetesa, hipertenzije, upala te ateroskleroze (KASSI i sur., 2011). Adiponektin je polipeptidni hormon čija se aktivnost očituje u protu-diabetičkom, protuupalnom i protu-aterogenom djelovanju. Ubraja se u adipokine uz rezistin, apelin, visfatin i citokine (TNF i IL-6) (KURYSZKO i sur., 2016 . Osim toga što adiponektin povećava osjetljivost stanica na inzulin, dokazano je da debljina negativno utječe i na sekreciju inzulina (HOENIG, 2006). Adiponektin ima odlučujuću ulogu u metabolizmu lipida i potrošnji energije. Na modelu miša je dokazano kako pretilost negativno djeluje na koncentraciju adiponektina, te se napominje kao mogući uzrok mitohondrijske disfunkcije i inzulinske rezistencije kod dijabetesa. Promjene u koncentraciji adiponektina u plazmi i odstupanje u profilu lipoproteina pokazali su se kao dobri indikatori za pristup i moguću evaluaciju stupnja pretilosti u mačaka (MURANAKA i sur,. 2011). Koncentracija adiponektina u krvi mačaka također ovisi i o dijabetesu. Uspoređujući nalaze pretilih i mršavih zdravih mačaka i onih s dijabetesom pronađene su razlike u koncentraciji adiponektina, u korist zdravih koje su kod zdravih bile veće (WILLIAMS i sur., 2019). Potrebno je spomenuti sličnost djelovanja leptina u pretilih ljudi i mačaka. Njegova je funkcija stimulacija potrošnje energije i smanjenje unosa hrane. Međutim, pretile su jedinke na njegovo djelovanje rezistentne, kao i na djelovanje inzulina (HOENIG, 2006). Leptin surađuje s receptorima u hipotalamusu kako bi smanjio unos hrane te potaknuo oslobađanja energije. Činjenica da se u pretilih osoba nalazi povišena

koncentracija leptina govori kako je hipotalamus postao neosjetljiv odnosno rezistentan na djelovanje leptina (VILLAHUR i sur., 2017). Koncentracija leptina u serumu raste debljanjem, dok mršavljenjem njegova koncentracija opada. Također, rezistencija na inzulin raste s porastom koncentracije leptina (BJORNVALD i sur., 2014). U svojim istraživanjima MURANAKA i sur., 2011. godine zaključuju kako koncentracija adiponektina te kompozicija lipoproteina mogu biti korisni rani pokazatelji pretilosti u mačaka.

1.4. PROCJENA PRETILOSTI

Tjelesna težina nije mjerilo stupnja pretilosti iz razloga što ovisi o pasmini i samoj konstituciji životinje, iako je redovito mjerenje tjelesne težine odličan pokazatelj pri kontroli početne fazi pretilosti. Indeks tjelesne kondicije (*body condition score*) može se utvrditi na temelju inspekcije i palpacije mačaka. Procjenjuje se obzirom na pokrivenost rebara masnim tkivom, obzirom na postojanost odnosno odsutnost struka te prisutnost masnih naslaga. Određuje se na skali od 1 do 9, pri čemu je 1 - mršava, 5 – idealna te 9 – jako pretila mačka (BJORNVAD i sur., 2014).

1.5. PREVENCIJA I LIJEČENJE METABOLIČKOG SINDROMA

Osnovne komponente za prevenciju metaboličkog sindroma su promjena prehrane, te fizička aktivnost kako bi se postigla i održala idealna tjelesna težina. HARRIS (2013) navodi kako ne postoji specifična farmakoterapija, a liječenje se treba fokusirati na individualnom pristupu rizičnim faktorima, kao što su lipidi, povišen krvni tlak, te koncentracija glukoze. Iako je poznato da potpuna restrikcija prehrane dovodi do gubitka tjelesne težine, posljedično dovodi i do gubitka mišićne mase pa se u životinja takav način izbjegava. Tjelesna aktivnost se kod mačaka najefikasnije povećava kroz igru (GERMAN, 2006).

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

U svrhu rasvjetljavanja uloge pretilosti kada je u pitanju zdravstveno stanje mačaka, cilj ovog rada je prikazati hematološke i biokemijske parametre te usporediti rezultate i utvrditi razlike između dvije skupine mačaka: onih s normalnom i onih s prekomjernom tjelesnom težinom. Unutar skupine mačaka s prekomjernom tjelesnom težinom nalaze se i mačke s metaboličkim sindromom.

3. ISPITANICI I METODE

3.1. ISPITANICI

U istraživanju su sudjelovale mačke privatnih vlasnika. Vlasnici su potpisali informirani pristanak za sudjelovanje svojih životinja u provođenju sistematskog zdravstvenog pregleda. Za provođenje sistematskog pregleda mačaka i izradu rada izdano je odobrenje Povjerenstva za etiku Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

U sklopu pregleda, učinjena je kompletna klinička evaluacija zdravlja životinje, te je učinjena kompletna hematološka i biokemijska analiza periferne krvi. Skala od 1-9 korištena je u procjeni tjelesne mase mačaka. Mačke su bile podijeljene u tri skupine. Prvu skupinu životinja sačinjavalo je 10 mačaka sa normalnom tjelesnom težinom. Druga skupina životinja obuhvaćala je mačke sa povišenom tjelesnom težinom, ali bez prisutnosti metaboličkog sindroma, dok je treća skupinu životinja obuhvaćala mačke sa povišenom tjelesnom težinom, te sa znakovima metaboličkog sindroma.

Sve tri skupine životinja su u trenutku pregleda bile klinički zdrave, te bez znakova bolesti ili primjenjene terapije u posljedinjih 2 mjeseca. U istraživanim skupinama životinja bio je podjednak omjer muških i ženskih životinja, te omjer kastriranih i nekastriranih jedinki.

3.2. METODE

Krv je uzeta natašte, iz cefalične vene, u dvije epruvete, jednu sa EDTA kao antikoagulansom, za hematološke pretrage, i druga sa gelom kao aktivatorom zgrušavanja, za provođenje

biokemijskih pretraga. Nakon procesa zgrušavanja, serumska epruveta centrifugirana je na 1200 g tijekom 10 minuta, nakon čega je dio seruma odvojen za rutinske biokemijske analize.

Hematološka mjerenja provedena su u punoj krvi upotrebom automatskog analizatora “Horiba ABX cell counter" (Diagnostics, Montpellier, France) sa posebnim programom za pojedine vrste životinja, a biokemijska na automatskom analizatoru Olympus AU600 (Olympus Corporation, Tokyo, Japan), upotrebom standardiziranih metoda i originalnih reagensa proizvođača.

3.3. STATISTIČKA ANALIZA

Statistička analiza hematoloških i biokemijskih rezultata provedena je upotrebom programa Statistica for Windows Kruskal-Wallis ANOVA tesrom , a nivo značajnosti je određen kao $p < 0.05$.

4. REZULTATI

Rezultati provedenih hematoloških pretraga mačaka sa povećanom i normalnom tjelesnom težinom prikazani su u tablicama 1 i 2, dok su rezultati biokemijskih mjerenja prikazani u tablici 3. Rezultati statističke obrade podataka prikazani su u tablicama 4, 5 i 6. Slike 1-4 prikazuju rezultate statističke obrade rezultata hematoloških i biokemijskih odrednica koje su bile statistički značajno različite između zdravih mačaka normalne tjelesne težine, mačaka sa povećanom tjelesnom težinom bez metaboličkog sindroma i mačaka sa povećanom tjelesnom težinom sa metaboličkim sindromom.

Tablica 1: Rezultati hematoloških pretraga mačaka sa povećanom i normalnom tjelesnom težinom: broj eritrocita, hemoglobin i eritrocitne konstante

GRUPA MAČAKA	RBC	HTC	MCH	RDW	MPV	HBG	MCV	MCHC
	x 10^{12}/L	%	pg		fl	g/L	pg	g/L
O	7,8	38	16	17	9	123	48	329
O	9,1	35	12	16	13	111	39	317
O	9	39	14	18	11	125	43	325
O	10,7	52	17	16	10	185	48	353
O	7,8	36	16	18	9	123	46	340
M	12	56	14	17	13	174	44	312
M	8,4	47	17	17	10	147	55	315
M	10,7	44	13	17	11	140	41	315
M	9,5	41	14	17	21	132	43	324
M	11,1	44	14	16	18	140	43	317
N	8,5	36	13	19	19	115	42	319
N	9,7	42	14	16	12	138	44	327
N	8	33	13	18	17	109	41	321
N	8,3	34	14	14	17	118	41	343
N	9,7	51	17	15	11	160	53	177
N	10	54	15	17	17	177	45	325
N	10,5	46	15	17	10	156	44	339
N	7,3	32	14	16	8	104	43	330
N	10,3	40	13	17	10	135	39	335
N	9,5	39	14	18	11	129	41	333
REF.	**5-10**	**30-45**	**13-17**		**12-17**	**80-150**	**39-50**	**300-360**

O - mačke sa povećanom tjelesnom težinom, M – mačke sa povećanom tjelesnom težinom i metaboličkim poremećajem, N - mačke sa normalnom tjelesnom težinom, RBC – broj eritrocita, REF - referentne vrijednosti laboratorija Klinike za unutrašnje bolesti za mačke, HTC – hematokrit, MCH - prosječni sadržaj hemoglobina u eritrocitu, MCHC – prosječna koncentracija hemoglobina u eritrocitu, MPV – prosječni volumen eritrocita, RDW – distribucija eritrocita po volumenu

Tablica 2: Rezultati hematoloških pretraga mačaka sa povećanom i normalnom tjelesnom težinom: broj leukocita, diferencijalna krvna slika i omjeri trombocita i limfocita i neutrofila i limfocita

GRUPA MAČAKA	WBC	SEG	MO	LY	EO	PLT	PLR	NLR
	x 10^9/L	%	%	%	%	x 10^9/L		
O	7,8	38	16	17	9	123	48	329
O	9,1	35	12	16	13	111	39	317
O	9	39	14	18	11	125	43	325
O	10,7	52	17	16	10	185	48	353
O	7,8	36	16	18	9	123	46	340
M	12	56	14	17	13	174	44	312
M	8,4	47	17	17	10	147	55	315
M	10,7	44	13	17	11	140	41	315
M	9,5	41	14	17	21	132	43	324
M	11,1	44	14	16	18	140	43	317
N	8,5	36	13	19	19	115	42	319
N	9,7	42	14	16	12	138	44	327
N	8	33	13	18	17	109	41	321
N	8,3	34	14	14	17	118	41	343
N	9,7	51	17	15	11	160	53	345
N	10	54	15	17	17	177	45	325
N	10,5	46	15	17	10	156	44	339
N	7,3	32	14	16	8	104	43	330
N	10,3	40	13	17	10	135	39	335
N	9,5	39	14	18	11	129	41	333
REF.	**5,5-19,5**	**59-**	**1-4**	**20-55**	**0-7**	**300-700**		

O - mačke sa povećanom tjelesnom težinom, M – mačke sa povećanom tjelesnom težinom i metaboličkim poremećajem, N - mačke sa normalnom tjelesnom težinom, REF-referentne vrijednosti laboratorija Klinike za unutrašnje bolesti za mačke, WBC – broj leukocita, SEG – udio segmentiranih leukocita, MP – udio monocita, LY – udio limfocita, EO – udio eozinofila, NLR – omjer neutrofila i limfocita, PLR – omjer trombocita i limfocita

Tablica 3: Rezultati biokemijskih pretraga mačaka sa povećanom i normalnom tjelesnom težinom

GRUPA	BUN	KRE	PROT	GLUK	BIL	AST	ALT	TRIG	CHOL
	mmol/L	µmol/L	g/L	mmol/L	µmol/L	IU/L, 37°C	IU/L, 37°C	mmol/L	mmol/L
O	4,5	106	74	6,3	1,5	24	47	0,4	2,9
O	7,5	95	74	3,9	2,7	34	35	0,2	2,6
O	6,7	75	70	5	2	16	66	0,4	3,5
O	6,1	79	72	5,2	1,8	42	48	0,8	3,8
O	8	107	86	9,7	1,6	29	62	0,3	3,6
M	8,5	105	81	25,6	4,4	40	72	2,5	5,8
M	12,7	129	74	4,8	1,1	45	124	4,4	8,7
M	8,8	152	78	7,7	1,6	14	64	1,1	6
M	15,8	75	75	13,2	0,9	8	40	1,2	5,5
M	11	115	82	17,5	1	21	51	1,1	8,8
N	11	121	84	4,3	1,3	10	41	1,1	2,4
N	5,1	74	66	6,2	1,6	18	56	0,3	2,4
N	3,9	82	69	4,2	1	18	34	0,6	2,5
N	8,3	140	73	6,5	1,4	33	98	0,3	1,6
N	9,3	75	74	5,5	1,4	37	53	0,7	4
N	8	89	68	6,6	0,9	13	35	0,8	3,6
N	7,1	142	71	4,5	1,7	28	59	0,5	2,7
N	12,1	84	88	4,4	1,5	9	36	0,3	2,7
N	9,1	72	82	5,9	1,3	19	44	0,6	4,3
N	5,5	92	85	5,6	1	16	51	0,2	2,6
REF.	**3,3-10,7**	**-141**	**54-78**	**3,1-5,6**	**0-8,6**	**-80**	**-88**	**0,1-1,3**	**1,8-3,9**

O - mačke sa povećanom tjelesnom težinom, M – mačke sa povećanom tjelesnom težinom i metaboličkim poremećajem, N - mačke sa normalnom tjelesnom težinom, REF - referentne vrijednosti laboratorija Klinike za unutrašnje bolesti za mačke, BUN – dušik iz uree, GLUK – glukoza, BIL – ukupni bilirubin, AST – aspartat aminotransferaza, ALT – alanin aminotransferaza, TRIG – trigliceridi, CHOL – kolesterol

Tablica 4: Mačke sa normalnom tjelesnom težinom – statistika

	Deskriptivna statistika – mačke sa normalnom tjelesnom težinom							
	N	Srednja vrijednost	Suma	Min.	Maks.	Varianca	St.dev.	St.greška
RBC	10	9,2	91,8	7,3	10,5	1,16	1,087	0,34
HTC	10	40,7	407	32,0	54,0	57,57	7,58	2,39
MCH	10	14,2	142	13,0	17,0	1,51	1,22	0,38
RDW	10	16,7	167	14,0	19,0	2,23	1,49	0,47
MPV	10	13,2	132	8,0	19,0	15,07	3,88	1,22
HBG	10	134	1341	104	177	576,99	24,02	7,59
MCV	10	43,3	433	39,0	53,0	14,90	3,86	1,22
MHCH	10	299	2989	17,0	343	9868,54	99,34	31,41
PLT	10	430	4305	187	900	72348,06	268,97	85,05
WBC	10	11,3	112	5,0	16,8	18,06	4,25	1,34
SEG	10	58,2	582	30,0	85,0	387,29	19,67	6,22
LY	10	36,7	367	12,0	67,0	407,79	20,19	6,38
MO	10	1,0	10	0,0	4,0	2,22	1,49	0,47
EO	10	3,7	37	0,0	10,0	10,01	3,16	1,00
NS	10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
PLR	10	150	1506	49,0	551	21681,16	147,24	46,56
NLR	10	2,7	27,5	0,5	7,1	6,81	2,60	0,82
BUN	10	7,9	79,4	3,9	12,1	6,78	2,60	0,82
KRE	10	102	1022	74,0	142	659,29	25,67	8,11
PROT	10	75,0	750	66,0	85,0	43,33	6,58	2,08
ALB	10	26,9	269	24,0	30,0	4,54	2,13	0,67
GLUK	10	5,4	53,7	4,2	6,6	0,89	0,94	0,29
BIL	10	1,3	13,1	0,9	1,7	0,07	0,26	0,084
AST	10	20,0	200	9,0	37,0	91,11	9,54	3,01
ALT	10	50,7	507	34,0	98,0	357,79	18,91	5,98
TRIG	10	0,54	5,4	0,2	1,1	0,08	0,27	0,08
CHOL	10	2,9	28,8	1,6	4,3	0,69	0,82	0,26

RBC – broj eritrocita, HTC – hematokrit, MCH - prosječni sadržaj hemoglobina u eritrocitu, MCHC – prosječna koncentracija hemoglobina u eritrocitu, MPV – prosječni volumen eritrocita, RDW – distribucija eritrocita po volumenu WBC – broj leukocita, SEG – udio segmentiranih leukocita, MP – udio monocita, LY – udio limfocita, EO – udio eozinofila, PLR – omjer trombocita i limfocita, NLR– omjer neutrofila i limfocita, , BUN – dušik iz uree, GLUK – glukoza, BIL – ukupni bilirubin, AST – aspartat aminotransferaza, ALT – alanin aminotransferaza, TRIG – trigliceridi, CHOL – kolesterol

Tablica 5: Mačke sa povećanom tjelesnom težinom bez metaboličkog sindroma – statistika

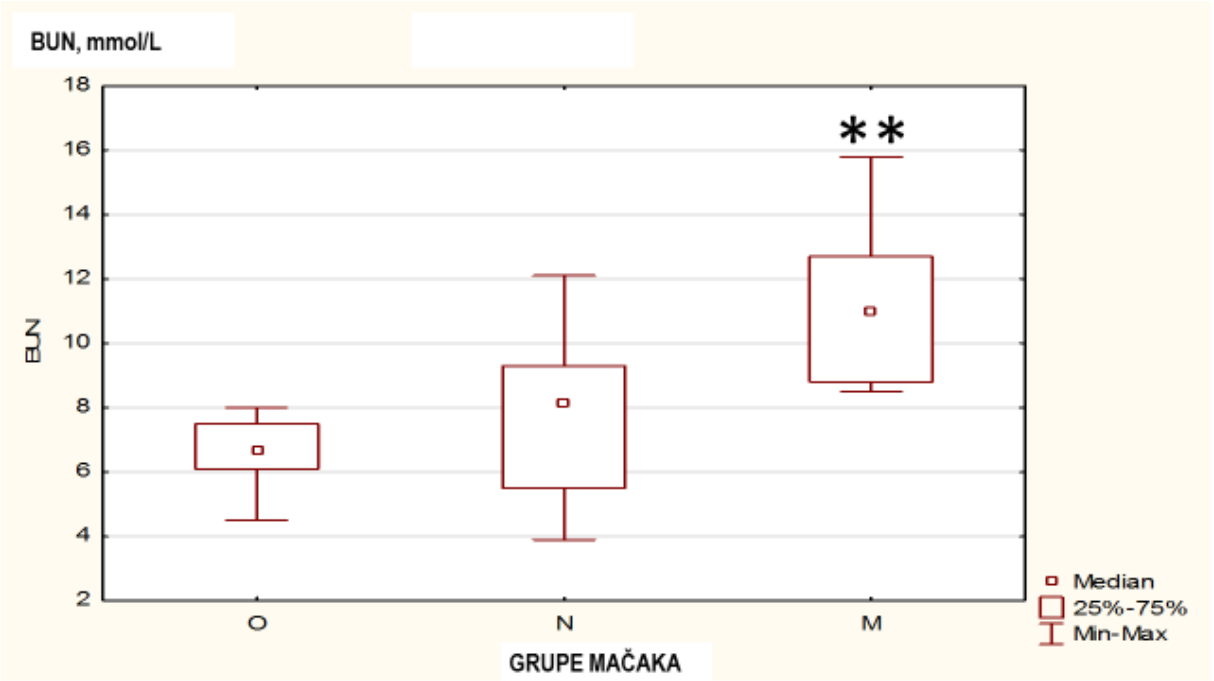
Deskriptivna statistika–mačke sa povećanom tjelesnom težinom bez met. sindroma								
	N	Srednja vrijednost	Suma	Min.	Maks.	Varianca	St.dev.	St. greška
RBC	5	8,80	44,4	7,8	10,7	1,42	1,19	0,53
HTC	5	40,0	200	35,0	52,0	47,50	6,89	3,08
MCH	5	14,9	74,9	12,0	17,0	4,05	2,01	0,90
RDW	5	16,9	84,5	16,0	18,0	0,80	0,89	0,40
MPV	5	10,3	51,5	9,0	13,0	2,70	1,64	0,73
HBG	5	133	667	111	185	862	29,37	13,13
MCV	5	44,8	224	39,0	48,0	14,7	3,83	1,71
MHCH	5	332	1664	317	353	196	14,00	6,26
PLT	5	219	1097	137	279	3640	60,33	26,98
WBC	5	9,2	46,3	5,6	17,9	24,99	4,99	2,23
SEG	5	66,0	330	42,0	79,0	206	14,37	6,42
Ly	5	29,0	145	16,0	45,0	126	11,24	5,02
MO	5	0,8	4,0	0,0	2,0	0,70	0,83	0,37
EO	5	3,4	17,0	0,0	12,0	25,80	5,07	2,27
NS	5	0,6	3,0	0,0	2,0	0,80	0,89	0,40
PLR	5	100	500	48,0	142	1691	41,12	18,39
NLR	5	2,7	13,6	0,9	4,9	2,24	1,49	0,66
BUN	5	6,5	32,8	4,5	8,0	1,85	1,36	0,60
KRE	3	103	310	75,0	129	734	27,09	15,64
PROT	5	72,2	361	69,0	74,0	6,20	2,48	1,11
ALB	5	27,8	139	24,0	30,0	7,20	2,68	1,20
GLUK	5	6,0	30,1	3,9	9,7	4,95	2,22	0,99
BIL	5	1,9	9,6	1,5	2,7	0,22	0,47	0,21
AST	5	29,0	145	16,0	42,0	97,00	9,84	4,40
ALT	4	55,7	223	47,0	66,0	93,58	9,67	4,83
TRIG	5	0,4	2,1	0,2	0,8	0,05	0,22	0,10
CHOL	5	3,2	16,4	2,6	3,8	0,25	0,50	0,22

RBC – broj eritrocita, HTC – hematokrit, MCH - prosječni sadržaj hemoglobina u eritrocitu, MCHC – prosječna koncentracija hemoglobina u eritrocitu, MPV – prosječni volumen eritrocita, RDW – distribucija eritrocita po volumenu WBC – broj leukocita, SEG – udio segmentiranih leukocita, MP – udio monocita, LY – udio limfocita, EO – udio eozinofila, PLR – omjer trombocita i limfocita, NLR– omjer neutrofila i limfocita, BUN – dušik iz uree, GLUK – glukoza, BIL – ukupni bilirubin, AST – aspartat aminotransferaza, ALT – alanin aminotransferaza, TRIG – trigliceridi, CHOL – kolesterol

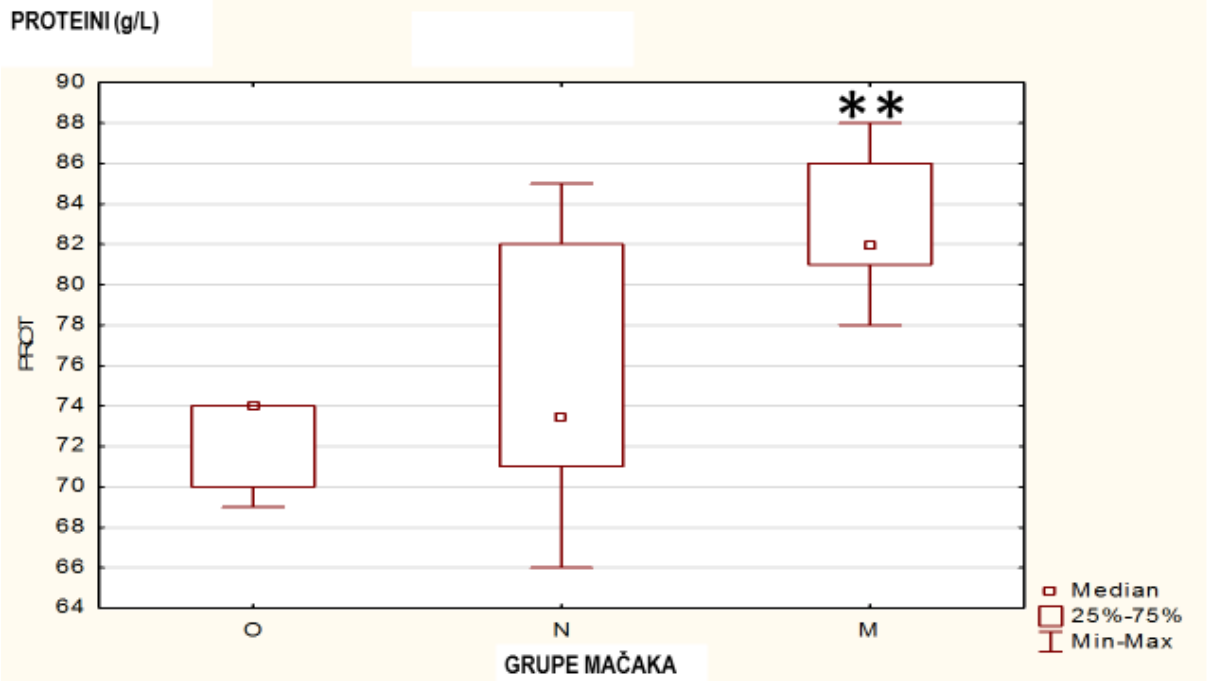
Tablica 6: Mačke sa povećanom tjelesnom težinom sa metaboličkim sindromom – statistika

Deskriptivna statistika–mačke sa povećanom tjelesnom težinom i met. sindromom								
	N	Srednja vrijednost	Suma	Minimum	Maksimum	Varianca	St.dev.	St.greška
RBC	5	10,3	51,7	8,40	12,0	1,98	1,40	0,62
HTC	5	46,4	232	41,0	56,0	33,30	5,77	2,58
MCH	5	14,4	72,0	13,0	17,0	2,30	1,51	0,67
RDV	5	16,8	84,4	16,0	17,4	0,27	0,52	0,23
MPV	5	14,5	72,8	10,0	21,0	22,67	4,76	2,12
HBG	5	146	733	132	174	262	16,21	7,249
MCV	5	45,2	226	41,0	55,0	31,20	5,58	2,49
MHCH	5	316	1583	312	324	20,30	4,50	2,01
PLT	5	345	1725	135	554	4079	201	90,33
WBC	5	10,4	52,3	6,6	18,1	22,13	4,70	2,10
SEG	5	70,4	352	69,0	72,0	1,30	1,14	0,50
Ly	5	22,6	113	19,0	28,0	14,30	3,78	1,69
MO	5	1,0	5,0	0,0	2,0	1,00	1,00	0,44
EO	5	5,6	28,0	2,0	9,0	10,80	3,28	1,46
NS	5	0,2	1,0	0,0	1,0	0,20	0,44	0,20
PLR	5	157	785	51,0	296	9130	95,55	42,73
NLR	5	3,2	16,0	2,5	3,7	0,26	0,50	0,22
BUN	5	11,3	56,8	8,5	15,8	9,09	3,01	1,34
KRE	5	104	520	72,0	152	934,50	30,56	13,67
PROT	5	83,0	415	78,0	88,0	16,00	4,00	1,78
ALB	5	27,6	138	25,0	30,0	4,30	2,07	0,92
GLUK	5	13,7	68,8	4,8	25,6	67,87	8,23	3,68
BIL	5	1,8	9,0	0,9	4,4	2,19	1,47	0,66
AST	4	22,0	88,0	8,0	45,0	263,33	16,22	8,11
ALT	5	70,2	351	40,0	124	1054,20	32,46	14,52
TRIG	5	2,0	10,3	1,1	4,4	2,06	1,43	0,64
CHOL	5	6,9	34,8	5,5	8,8	2,70	1,64	0,73

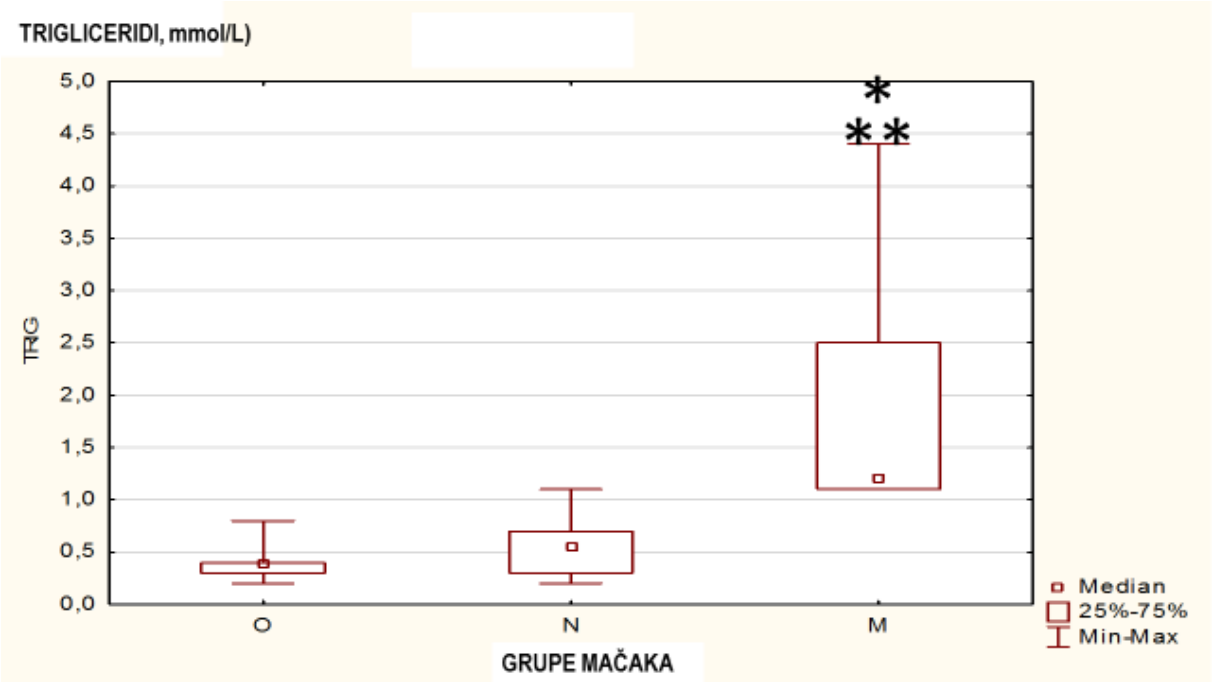
RBC – broj eritrocita, HTC – hematokrit, MCH - prosječni sadržaj hemoglobina u eritrocitu, MCHC – prosječna koncentracija hemoglobina u eritrocitu, MPV – prosječni volumen eritrocita, RDW – distribucija eritrocita po volumenu WBC – broj leukocita, SEG – udio segmentiranih leukocita, MP – udio monocita, LY – udio limfocita, EO – udio eozinofila, PLR – omjer trombocita i limfocita, NLR– omjer neutrofila i limfocita, , BUN – dušik iz uree, GLUK – glukoza, BIL – ukupni bilirubin, AST – aspartat aminotransferaza, ALT – alanin aminotransferaza, TRIG – trigliceridi, CHOL – kolesterol



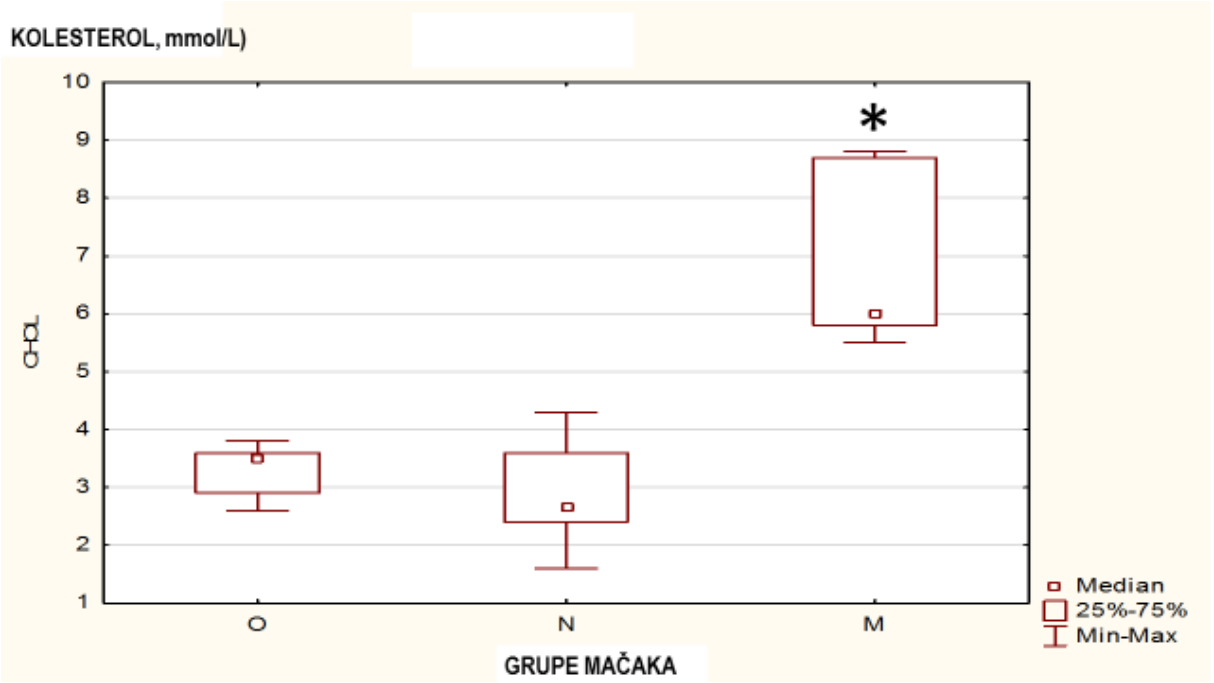
Slika 1: Koncentracija dušika iz ureje (BUN) u serumu kontrolne grupe mačaka (N), mačaka sa prevelikom tjelesnom težinom bez metaboličkog sindroma (O) i mačaka sa prevelikom tjelesnom težinom sa metaboličkim sindromom (M), *p<0.05 M:N, **p<0.05 M:O,



Slika 2: Koncentracija ukupnih proteina u serumu kontrolne grupe mačaka (N), mačaka sa prevelikom tjelesnom težinom bez metaboličkog sindroma (O) i mačaka sa prevelikom tjelesnom težinom sa metaboličkim sindromom (M), *p<0.05 M:N, **p<0.05 M:O



Slika 3: Koncentracija triglicerida u serumu kontrolne grupe mačaka (N), mačaka sa prevelikom tjelesnom težinom bez metaboličkog sindroma (O) i mačaka sa prevelikom tjelesnom težinom sa metaboličkim sindromom (M), *p<0.05 M:N, **p<0.05 M:O



Slika 4: Koncentracija ukupnog kolesterola u serumu kontrolne grupe mačaka (N), mačaka sa prevelikom tjelesnom težinom bez metaboličkog sindroma (O) i mačaka sa prevelikom tjelesnom težinom sa metaboličkim sindromom (M), *p<0.05 M:N, **p<0.05 M:O

Statistički značajna razlika ($p < 0.05$) utvrđena je u usporedbi koncentracija proteina i ureje u krvi unutar skupina pretilih mačaka. U pretilih mačaka s metaboličkim sindromom veća je koncentracija ureje (11.36 ± 3.02 mmol/L, $p = 0.04$) i proteina (83 ± 4.00 g/L, $p = 0.02$) u krvi, nego u onih bez metaboličkog sindroma, ali sa prevelikom tjelesnom težinom (BUN 6.56 mmol/L ± 1.36; PROT 72 ± 2.49 g/L).

Između koncentracije triglicerida u krvi ispitivanih skupina mačaka postoji statistički značajna razlika. Značajno je veća koncentracija triglicerida u krvi pretilih mačaka s metaboličkim sindromom u usporedbi s onim pretilima u kojih nema metaboličkog sindroma (2.06 ± 1.44 mmol/L prema 0.42 ± 0.22 mmol/L, $p = 0.01$). Koncentracija triglicerida bila je značajno povećana i u usporedbi mačaka sa metaboličkom sindromom sa mačkama normalne tjelesne težine (2.06 ± 1.44 mmol/L prema 0.54 ± 0.28 mmol/L, $p = 0.01$)

Koncentracija kolesterola u krvi izrazito je povećana u pretilih mačaka s metaboličkim sindromom. Uspoređujući koncentraciju kolesterola u krvi pretilih mačaka s metaboličkim sindromom s koncentracijom u krvi u onih normalne tjelesne težine (6.96 ± 1.64 mmol/L prema 2.88 ± 0.84 mmol/L) vidljiva je statistički značajna razlika ($p = 0.002$), što nije nimalo iznenađujuće.

5. RASPRAVA

U svijetu se provode mnoga istraživanja na temu pretilosti ljudi i životinja te se istovremeno prikupljaju različite informacije o njihovu suživotu u nadi da će iste pomoći u poboljšanju kvalitete ljudskih života podjednako kao i zdravlja njihovih ljubimaca. Unutar populacije mačaka koju obrađuje opća veterinarska praksa u SAD-u zabilježeno je povećanje porasta tjelesne težine i pretilosti za 90% u razdoblju od 2007. do 2011. godine (CHANDLER i sur., 2017). Danas već postoji rizik da je naša percepcija „normalnog“ BCS-a s godinama polako porasla, obzirom da se i u ljudi i u životinja pronalazi sve više pretilih jedinki (OHLUND i sur., 2018).

Pretilost se definira kao prekomjerno skladištenje energije u obliku masti. Trenutno se 25 – 40% kućnih mačaka smatra pretilima (BRENNAN i sur., 2004). U našim se rezultatima može vidjeti porast koncentracije glukoze u krvi u pretilih mačaka sa metaboličkim sindromom, dok se u Hoenigovom istraživanju provedenom 2003.godine pokazalo da sve istražene pretile mačke pate od inzulinske rezistencije. Međutim, u našem istraživanju se pokazalo da 4/6

mršavih mačaka također ima povišene koncentracije glukoze u krvi. Diabetes mellitus (DM) je kronični metabolički poremećaj u kojem je poremećena sposobnost organizma da proizvede inzulin ili da odgovarajuće reagira na isti. To rezultira abnormalnostima vezanim za metabolizam ugljikohidrata te povećanom koncentracijom glukoze u krvi i urinu (NIAZ i sur., 2018). U mačaka, kao i u ljudi tip 2 diabetesa proizlazi iz individualnih karakteristika poput pretilosti, srednje i starije životne dobi prateći nisku koncentraciju inzulina u krvi ili agregaciju amiloida u Langerhansove otočiće s oštećenjem beta-stanica, a na posljetku se javljaju i komplikacije s rožnicom te živčanim sustavom (NIAZ i sur., 2018). Pokazalo se da je diabetes tipa 2 prisutan u 80% mačaka s diabetesom (CHANDLER i sur., 2017). Poznato je kako se za pretile mačke s diabetesom redovito preporuča smanjenje tjelesne težine s ciljem korigiranja rastrojstva uzrokovanih debljinom, a koja su vezana za toleranciju na glukozu i inzulinsku rezistenciju (BIOURGE i sur., 1997). Muške mačke s većom tjelesnom težinom imaju problema sa osjetljivosti na inzulin, dok su mršave muške mačke manje osjetljive na inzulin ukoliko ih usporedimo sa mršavim ženkama. Također, pretili mužjaci razviju hiperinzulinemiju brže nego pretile ženke, a visoka inzulinska rezistencija može biti uočena u intenzivnijoj agregaciji masnog tkiva u području abdomena (NIAZ i sur., 2018). Određena istraživanja vezana za mikrofloru probavnog sustava ljudi koji boluju od dijabetesa, potaknula su znanstvenike na dokazivanje sličnosti u mačaka. U tim je istraživanjima naknadno prikazano kako pretile mačke s dijabetesom pate i od oslabljene mikroflore probavnog sustava (KIELER i sur., 2019). Međutim, u tom istraživanju nije dokazano je li oslabljena mikroflora nastala prije ili nakon pretilosti. Pretilost je kao takva karakterizirana promjenama u inzulinskoj sekreciji kao i promjenama u djelovanju inzulina, u oboje ljudi i mačaka. Također se spominje i poremećeno djelovanje inzulina u tkivima osjetljivima na inzulin. (BRENNAN i sur., 2004). Uz poremećeno djelovanje inzulina BIOURGE i sur., (1997) još spominje i smanjenu prisutnost receptora za inzulin, smanjen afinitet vezanja zbog oštećenja receptora te postreceptorske defekte u stimulaciji sistema za transport glukoze. Jedan od najvećih efekata djelovanja inzulina nalazi se u ulasku glukoze u stanice. U mišićima, masti i nekim drugim tkivima, inzulin olakšava ulazak glukoze putem povećanja broja glukoznih transportera na površini stanice. GLUT4 je jedan od bitnijih transportera osjetljivih na inzulin koji su nađeni na mišićima i masti. Suprotno tome, spomenut je transporter GLUT1, pronađen u skoro svim tkivima uključujući mozak, crvene krvne stanice, moždano-krvnu barijeru i mnoga druga tkiva, ali se u mišićnom i masnom tkivu ne nalazi u tolikoj količini kao GLUT4 (BRENNAN i sur., 2004). Ekspresija GLUT4 opada tijekom razvoja pretilosti u mačaka (CHANDLER i sur., 2017). Mačka je jedinstveni model za istraživanja patologije stanica otočića gušterače povezane s razvojem diabetesa tipa 2

iz razloga što je to jedina neprimatska vrsta kod koje spontano dolazi do amiloidoze Langerhansovih otočića i nastanka diabetesa tipa 2 (BRENNAN i sur., 2004). Amilin (naziva se još i amiloid), poznat i kao IAPP (islet amyloid polypeptide) inhibira sekreciju glukagona i oskudan je u diabetičkih pacijenata. To je sekrecijski hormon beta stanica, koji se normalno izlučuje zajedno s inzulinom (HENSON i sur., 2011). Detektirana je snažna veza između IAPP i nastanka diabetesa tipa 2 u mačaka i ljudi. Zabilježena je visoka koncentracija IAPP u mačaka sa povišenim inzulinom i pretilih mačaka sa smanjenom rezistencijom na glukozu (NIAZ i sur., 2018).

Hiperglikemija uzrokovana stresom predstavlja velik problem za veterinare koji se koriste uzorcima krvi za dijagnozu dijabetesa. Javlja se u bolesnih mačaka, te u mačaka koje pokazuju znakove stresa uzrokovane strahom. Koncentracija glukoze u krvi viša od 11,1 mmol/L se kontinuirano nalazi kod mačaka s dijabetesom mellitusom, dok se u slučaju stresa granice pomiču od 19,98 – 34,02 mmol/L (RAND i sur. 2002). Isti autori također navode kako se otpuštanje adrenalina uzima kao jedan od inicijatora stresne hiperglikemije, za razliku od sekrecije kortizola koja raste nakon što su mačke dugoročno bile pod stresom zbog primjerice promjene okoline, dugog putovanja i sličnih uzroka.

U ljudi se pretilost povezuje sa sistemskom kroničnom upalom niskog intenziteta, što može biti ključni faktor u razvoju jedne od mnogih bolesti vezanih uz stanje pretilosti. Najznačajniji su „pozitivni“ proteini akutne faze (APP), kao što su C – reaktivni protein (CRP) i haptoglobin (Hp) čija koncentracija raste s porastom količine adipoznog tkiva. Neke studije pokazuju normalan do blagi porast koncentracije APP- a kod pasa koji se naknadno snizuje s gubitkom tjelesne mase. Međutim, još uvijek nema potrebnih informacija koje bi pokazale djelovanje tih proteina u mačaka (TVARIONAVICIUTE i sur., 2012).

Serumski proteini su važan indikator nutritivnog statusa jedinke. Najzastupljeniji proteini u serumu su albumin, globulin i fibrinogen. Baza su stukture organizma, te su odgovorni za sintezu enzima zaslužnih za zarastanje rana, dijeljenje stanica, kao i sintezu kolagena i vezivnog tkiva (MADHUVANTI, 2016). MADHUVANTI je u svojem istraživanju provedenom 2016. godine na ljudima, zaključio kako pretilost ne utječe na koncentraciju proteina u serumu, ali na istu utječe pothranjenost što se na posljetku očituje gubitkom mišićne mase i zaostajanjem u rastu. U rezultatima našeg istraživanja se može vidjeti statistički značajna razlika kod pretilih mačaka s metaboličkim sindromom, što može rezultirati primjerice diabetesom ili povišenjem krvnog tlaka.

Metabolički sindrom i hiperuricemija (povišena razina urata u krvi) su dobro poznati kao prethodnici bubrežnim bolestima, te se često javljaju u ljudi s diabetesom tipa 2. Međutim, nepoznata je činjenica sudjeluju li direktno u razvoju kroničnog zatajenja bubrega. Kronično zatajenje bubrega postaje globalno rasprostranjen problem u javnom zdravstvu, te njegova prevalencija i incidencija rastu zajedno s porastom pretilosti (VIAZZI i sur., 2017). Potvrđeno je da se kronično zatajenje bubrega između ostalog javlja u starijoj životnoj dobi i pri pojavi metaboličkog sindroma. Do današnjeg je dana u već nekoliko istraživanja dokazana veza između inzulinske rezistencije, metaboličkog sindroma i zatajenja bubrega (ZOMORRODIAN i sur., 2015). Promjena arhitekture mačjih bubrega kao posljedica pretilosti je nedovoljno istražena, međutim postoje određeni dokazi koji nas upozoravaju da su moguće dugoročne štetne posljedice (WHEET, 2016).

Metabolički sindrom se odnosi na grupu međusobno povezanih rizičnih faktora koji uključuju hiperglikemiju, povišen krvni tlak, povišene trigliceride, nizak HDL (high-density lipoprotein) – lipoprotein te pretilost (u pravilu centralna pretilost) (TAO i sur., 2016.). Krivulja morbiditeta i mortaliteta se zbog metaboličkog sindroma uvelike promjenila u posljednjih nekoliko desetljeća, uzrokovana je promijenama vezanim za unos hrane, svakodnevne životne navike, a posebice smanjenjem fizičke aktivnosti (MARJANI, 2015.) Znanstvenici su dokazali da je pretilost s akumulacijom visceralne masti jedan od osnovnih čimbenika za dijagnozu metaboličkog sindroma. U ključne čimbenike se također ubrajaju hiperglikemija, hiperlipidemija (hipertrigliceridemija i/ili hiperkoleterolemija) i bolest masne jetre, dok je neizostavan indikator bolesti jetre ALT čije su koncentracije u plazmi povišene u mačaka s metaboličkim sindromom (MORI i sur., 2012).

Alteracije lipida i lipoproteina viđene u pretilih jedinki uključuju povišen kolesterol, trigliceride, te koncentraciju apolipoproteina B. Uz navedene, povišene su i koncentracije VLDL i LDL, a snižene koncentracije HDL kolesterola (JORDAN i sur., 2008). Dislipidemija je opisana kao povišena koncentracija triglicerida i snižena koncentracija HDL kolesterola kod metaboličkog sindroma. Povišene slobodne masne kiseline uzrokuju hipertrigliceridemiju u ljudi s inzulinskom rezistencijom i hiperinzulinemijom (MARJANI, 2015). MARJANI u svojem radu napominje kako se povišeni serumski trigliceridi učestalo nalaze u pretilih ljudi uz metabolički sindrom. U našem se istraživanju pokazalo da se u pretilih mačaka s metaboličkim sindromom također nalazi povišena koncentracija serumskih triglicerida. Međutim, u istraživanju koje su proveli JORDAN i sur. (2008) napomenuto je kako sama povišena koncentracija ukupnih lipoproteina nije povezana s nastankom MS-povezanih bolesti, već to

ovisi o koncentraciji pojedinih podrazreda lipoproteina i veličini čestica. Tako se primjerice povišenje koncentracije VLDL-a povezuje s koronarnom bolesti arterija, te je obrnuto proporcionalno osjetljivosti na inzulin (JORDAN i sur. 2008). Iako se kod ljudi povišena koncentracija triglicerida veže uz bolesti kardiovaskularnog sustava, povećani rizik od infarkta, ishemijsku bolest srca, te posljedično smrt (MARJANI, 2015.), kod mačaka nema nalaza ateroskleroze i povećanog krvnog tlaka kao posljedice pretilosti (JORDAN i sur., 2008). Osim ranije navedenog, u ljudi se još spominje i disregulacija broja i funkcije trombocita kao jedan od faktora u nastanku bolesti kardiovaskularnog sustava, te njihovo djelovanje zajedno s leukocitima na način da formiranju komplekse i i posljedično pojačavaju upalu (LEE i sur., 2017).

Prilikom dijagnostike ili istraživanja možemo brzim i jednostavnim postupkom doći do nalaza kompletne krvne slike, što je ujedno i cjenovno prihvatljivo. Kad se govori o mnogim sistemskim upalnim procesima vrlo su se korisnima pokazali omjeri neutrofila i limfocita (NLR), te trombocita i limfocita (PLR) (FURUNCUOGLU i sur., 2016). Omjer neutrofila i limfocita, NLR, se povezuje s različitim tipovima malignih bolesti, metaboličkim sindromom, infekcijskim bolestima, kardivaskularnim bolestima, kroničnim zatajenjem bubrega te mnogim drugim upalnim bolestima. S druge strane, PLR je uključen samo u neke od spomenutih kao primjerice razne maligne bolesti, bolesti povezane s kardivaskularnim sustavom i kroničnim zatajenjem bubrega (AKBAS i sur., 2016). Ovi se pokazatelji mogu koristiti kao detektori upale, u ovom slučaju uzrokovane pretilosti. Međutim, u našem se istraživanju pokazalo da nisu statistički značajni. Istraživanja kod ljudi su pokazala povećanu aktivaciju trombocita kod pretilosti, kao i smanjenu osjetljivost, odnosno poremećen odgovor trombocita na inzulin (VILAHUR i sur., 2017). Kod raznih stanja koja dovode do redukcije broja trombocita u pasa i mačaka može se koristiti transfuzija trombocita kao i u ljudi (KISHBAUGH i sur., 2018). U našim se testovima nije pokazala prisutnost anemije u pretilih pacijenata, međutim kod ljudi se u mnogim istraživanjima dokazala obrnuto proporcionalna povezanost anemije s povećanjem tjelesne težine (GOZKAMAN i sur., 2015). Upala je kod pretilosti povezana s inzulinskom rezistencijom, hiperglikemijom, hiperlipidemijom i povećanim krvnim tlakom. Pri takvoj upali vrlo važnu ulogu imaju leukociti čiji se broj povećava s povećanjem količine visceralne masti i nastajanjem masne jestre (RYDER i sur., 2014). U našem se istraživanju pokazalo kako je broj leukocita ostao unutar referentnih vrijednosti u obje grupe mačaka.

6. ZAKLJUČCI

Pojava pretilosti kod mačaka prati svjetske trendove i u Hrvatskoj postaje sve veći zdravstveni problem. Kako bi se uspješno izborili s pretilošću i njezinim posljedicama, potrebno je razumijeti mehanizme njezina djelovanja na organizam jer postoji izrazita razlika između dva tipa adipocita, bijelog i smeđeg masnog tkiva prisutnom kod sisavaca.

Debljina ne mora nužno uzrokovati poremećaje u metabolizmu mačaka, ali često dovodi do razvoja niza faktora rizika, poznatih kao metabolički sindrom. Koncentracija glukoze nije bila statistički značajno promijenjena između ispitivanih grupa, međutim, često se javlja hiperglikemija, kao vjerojatni rezultat stresa i porasta adrenalina prilikom vađenja krvi. Glavne značajke metaboličkog sindroma ispitivanih mačaka u ovom istraživanju, uz povećanu tjelesnu težinu obuhvaćale su poremećaje u metabolizmu lipida, koje se očituju kao povišene koncentracije triglicerida i kolesterola.

Daljnja istraživanja na većem broju životinja su potrebna za bolji uvid u metaboličke promjene koje prate povećanu tjelesnu težinu te za utvrđivanje biomarkera karakterističnih za metabolički sindrom.

7. ZAHVALA

Zahvaljujem se prof.dr.sc. Renati Barić Rafaj na uloženom trudu i pomoći u izradi ovog rada.

8. LITERATURA

AKBAS, E., A. GUNGOR, A. OZCICEK, N. AKBAS, S. ASKIN, M. POLAT (2016): Vitamin D and inflammation: evaluation with neutrophil-to-lymphocyte ratio and platelet-to-lymphocyte ratio. AMS, 4, 721-727.

BIOURGE, V., R. NELSON, E. FELDMAN, N. WILLITS, J. MORRIS, Q. ROGERS (1997): Effect of Weight Gain and Subsequent Weight Loss on Glucose Tolerance and Insulin Response in Healthy Cats. JVIM, 11, 86-91.

BJORNVALD, C., K. HOELMKJAER (2014): Management of obesity in cats. VMRR 5, 97-107.

BRENNAN, C., M. HOENIG, D. FERGUSON (2004): GLUT4 but not GLUT1 expression decreases early in the development of feline obesity. Domest. Anim. Endocrin., 26, 291-301.

CHANDLER, M., S. CUNNINGHAM, E. LUND, C. KHANNA, R. NARAMORE, A. PATEL, M. DAY (2017): Obesity and Associated Comorbidities in People and Companion Animals: A One Health Perspective. J. Comp. Pathol., 156, 296-309.

FREITAS, V., A. CASTILHO, L. CONSEICAO, V. SOUSA, A. MENDOCA, F. SILVA, A. ALMEIDA (2017): Metabolic evaluation in overweight and obese cats and association with blood pressure. Ciênc. Rural, 48, 3-5.

FURUNCUOGLU, Y., S. TULGAR, A. DOGAN, S. CAKAR, Y. TULGAR, B. CAKIROGLU (2016): How obesity affects the neutrophil/lymphocyte and platelet/lymphocyte ratio, systemic immune-inflammatory index and platelet indeces: a restrospective study. Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci., 20, 1300-1306.

GERMAN, A. (2006): The Growing Problem of Obesity in Dogs and Cats. J. Nutr., 136, 1940-1946.

GOZKAMAN, A., Y. OKUTURLAR, M. MERT, O. HARMANKAYA, A. KUMBASAR (2015): The relationship between haemoglobin and BMI in overweight and obese patients. Endocr. Abs. 37, 1.

HARRIS, M. F. (2013): The metabolic syndrome. Aust. Fam. Physician., 42, 524-527.

HENSON, M., R. HEGSTAD-DAVIES, Q. WANG, R. HARDY, P. ARMSTRONG, K. JORDAN, K. JOHNSON, T. O'BRIEN (2011): Evaluation of plasma islet amyloid polypeptide and serum glucose and insulin concentrations in nondiabetic cats classified by body condition score and in cats with naturally occurring diabetes mellitus. Am. J. Vet. Res., 72, 1052-1058.

HOENIG, M. (2006). The cat as a model for human nutrition and disease. Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care, 9, 584-588.

HOENIG, M., C. WILKINS, J. HOLSON, D. FERGUSON (2003): Effects of obesity on lipid profiles in neutered male and female cats. Am. J. Vet. Res., 64, 299-303.

JORDAN, E., S. KLEY, N. LE, M. WALDRON, M. HOENIG (2008): Dyslipidemia in obese cats. Domest. Anim. Endocrin., 35, 290-299.

KASSI, E., P. PERVANIDOU, G. KALTSAS, G. CHROUSOS (2011): Metabolic syndrome: definitions and controversies. BMC Med., 9, 1-13.

KIELER, I., M. OSTO, L. HUGENTOBLER, L. PUETZ, M. GILBERT, T. HANSEN, O. PEDERSEN, C. REUSCH, E. ZINI, T. LUTZ, C. BJORNVAD (2019): Diabetic cats have decreased gut microbial diversity and a lack of butyrate producing bacteria. Sci. Rep., 9, 1-13.

KISHBAUGH, J., M. VALITUTTO, J. OBER, D. ZIMMERMAN, L. HOWARD, D. SCHMITT, C. SANCHEZ, S. MURRAY (2018): Do lyophilized platelets hold promise for treatment of hemorrhagic diseases in wild animals?. J. Am. Vet. Med. A., 252,168-170.

KURYSZKO, J., P. SLAWUTA, G. SAPIKOWSKI (2016): Secretory function of adipose tissue. Pol. J. Vet. Sci., 19, 441-446.

LEE, R., W. BERGMEIER (2017): Sugar makes neutrophils RAGE: linking diabetes-associated hyperglycemia to thrombocytosis and platelet reactivity. J. Clin. Invest., 127, 2040-2043.

MADHUVANTHI, M. (2016): Serum Proteins Alteration in Association with Body Mass Index in Human Volunteers. J. Clin. Diag. Res., 10, 5-7.

MARJANI, A. (2015): A review on the role of triglyceride in metabolic syndrome. AJPCR, 8, 1-3.

MORI, N., K. KAWASUMI, T. SUZUKI, I. YAMAMOTO, M. KOBAYASHI, T. ARAI (2012): Establishment of Temporary Criteria for Metabolic Syndrome (MS) Diagnosis and Assessment of the Occurrence Rate of MS in Cats. Asian J. Anim. Vet. Adv., 11, 615-617.

MURANAKA, S., N. MORI, Y. HATANO, T. SAITO, P. LEE, M. KOJIMA, M. KIGURE, M. YAGISHITA, T. ARAI (2011): Obesity induced changes to plasma adiponectin concentration and cholesterol lipoprotein composition profile in cats. Res. Vet. Sci., 91, 358-361.

NIAZ, K., F. MAQBOOL, F. KHAN, F. HASSAN, S. MOMTAZ, M. ABDOLLAHI (2018): Comparative occurrence of diabetes in canine, feline, and few wild animals and their association with pancreatic diseases and ketoacidosis with therapeutic approach. Vet. World, 11, 410-422.

ÖHLUND, M., M. PALMGREN, B. HOLST (2018): Overweight in adult cats: a cross-sectional study. Acta Vet. Scand., 60, 1-10.

OKADA, Y., M. KOBAYASHI, M. SAWAMURA, T. ARAI (2017). Comparison of Visceral Fat Accumulation and Metabolome Markers among Cats of Varying BCS and Novel Classification of Feline Obesity and Metabolic Syndrome. Front. Vet. Sci., 4, 1-9.

PHILLIPS, A., J. COE, M. ROCK, C. ADAMS (2017): Feline Obesity in Veterinary Medicine: Insights from a Thematic Analysis of Communication in Practice. Front. Vet, Sci., 4, 1-14.

RAKOTOARIVELO, V., G. LACRAZ, M. MAYHUE, C. BROWN, D. ROTTEMBOURG, J. FRADETTE, S. ILANGUMARAN, A. MENENDEZ, M. LANGLOIS, S. RAMANATHAN (2018): Corrigendum to “Inflammatory cytokine profiles in visceral and subcutaneous adipose tissues of obese patients undergoing bariatric surgery reveal lack of correlation with obesity or diabetes” EBioMedicine, 37, 564-568.

RAND, J., E. KINNAIRD, A. BAGLIONI, J. BLACKSHAW, J. PRIEST (2002): Acute Stress Hyperglycemia in Cats Is Associated with Struggling and Increased Concentrations of Lactate and Norepinephrine. J. Vet. Int. Med., 16, 123-132.

RAUSCHERT, S., O. UHL, B. KOLETZKO, C. HELLMUTH (2014): Metabolomic Biomarkers for Obesity in Humans: A Short Review. Ann. Nutr. Metab., 64, 314-324.

RYDER, E., M. DIEZ-EWALD, J. MOSQUERA, E. FERNANDEZ, A. PEDREANEZ, R. VARGAS, C. PENA, N. FERNANDEZ, N. (2014). Association of obesity with leukocyte count in obese individuals without metabolic syndrome. Diabet. Metab. Syndr.., 8, 197-204.

TAO, L., K. YANG, X. LIU, K. CAO, H. ZHU, Y. LUO, J. GUO, L. WU, X. LI, X. GUO (2016): Longitudinal Associations between Triglycerides and Metabolic Syndrome Components in a Beijing Adult Population, 2007-2012. Int. J. Med. Sci., 13, 445-450.

TARKOSOVA, D., M. STORY, J. RAND, M. SVOBODA (2016): Feline obesity – prevalence, risk factors, pathogenesis, associated conditions and assessment: a review. Vet. Med-czech, 61, 295-307.

TVARIJONAVICIUTE, A., J. CERON, S. HOLDEN, P. MORRIS, V. BIOURGE, A. GERMAN (2012): Effects of weight loss in obese cats on biochemical analytes related to inflammation and glucose homeostasis. Domest. Anim. Endocrin., 42, 129-141.

VIAZZI, F., PISCITELLI, P., GIORDA, C., CERIELLO, A., GENOVESE, S., RUSSO, G., GUIDA, P., FIORETTO, P., DE COSMO, S. and PONTREMOLI, R. (2017). Metabolic syndrome, serum uric acid and renal risk in patients with T2D. PLOS ONE, 12, 1-12.

VILAHUR, G., S. BEN-AICHA, L. BADIMON (2017): New insights into the role of adipose tissue in thrombosis. Cardiovascular Research, 113, 1046-1054.

WEETH, L. (2016): Other Risks/Possible Benefits of Obesity. Vet. Clin. N. Am. Small Anim. Pract., 46, 843-853.

WILLIAMS, M., C. MCMILLAN, E. SNEAD, K. TAKADA, P. CHELIKANI (2019): Association of circulating adipokine concentrations with indices of adiposity and sex in healthy, adult client owned cats. BMC Vet. Res., 15., 1-11.

ZHOU, P., Z. MENG, M. LIU, X. REN, M. ZHU, Q. HE, Q. ZHANG, L. LIU, K. SONG, Q. JIA, J. TAN, X. LI, N. LIU, T. HU, A. UPADHYAYA (2016): The associations between leukocyte, erythrocyte or platelet, and metabolic syndrome in different genders of Chinese. Med., 95, 5189.

ZOMORRODIAN, D., A.KHAJAVI-RAD, A. AVAN, M. EBRAHIMI, M. NEMATY, M. AZARPAZHOOH, M. EMAMIAN, M. SADEGHZADE, S. MIRHAFEZ, M. MOHAMMADI, M. MOUSAVI, H. ESMAEILI, M. MOOHEBATI, M. PARIZADEH, G.

FERNA, M. GHAYOUR-MOBARHAN (2015): Metabolic syndrome components as markers to prognosticate the risk of developing chronic kidney disease: evidence-based study with 6492 individuals. J. Epidemiol. Commun. H., 69, 594-598.

9. SAŽETAK

Simona Matas : Biokemijski i hematološki pokazatelji kod mačaka sa prevelikom tjelesnom težinom

Pretilost kućnih ljubimaca je postao globalno rasprostranjen zdravstveni problem. Kao vodeći i najrealniji uzrok uzima se sjedilački način života i pretežito stariji manje aktivni vlasnici mačaka. Mačke borave u kućama i stanovima gdje nemaju mogućnosti ispoljavati prirodne nagone lova i igre na otvorenom, dok se istovremeno hrane obilnim obrocima. U ovom istraživanju je sudjelovalo 10 mačaka sa normalnom tjelesnom težinom i 10 pretilih mačaka među kojima se pokazalo da polovica pati od metaboličkog sindroma. Sve su životinje bile klinički zdrave u trenutku pregleda. Istraživanje se baziralo na biokemijskim i hematološkim pokazateljima u krvi kod pacijenata dovedenih na Kliniku za unutarnje bolesti na Veterinarskom fakultetu. Uspoređujući nalaze pretilih mačaka s onima s normalnom tjelesnom težinom, ustanovljena je statistički značajna razlika u koncentracijama triglicerida i kolesterola koje su kod pretilih značajno povišene. Osim toga, kod pretilih mačaka sa metaboličkim sindromom ustanovljena je povećana koncentracija BUN-a i proteina u usporedbi sa pretilim mačkama bez metaboličkog sindroma. Frekvencija pojave pretilih mačaka upućuje na važnost preventive kao ključnog faktora u očuvanju zdravlja mačaka.

Ključne riječi: mačke, debljina, metabolički sindrom

10. SUMMARY

Simona Matas : Biochemical and haematological indicators in cats with increased body weight

Obesity in pets became a global health issue. A sedentary lifestyle and mostly senior less active owners are taken as a main and most realistic cause. Cats are staying inside the houses and flats where they are not able to manifest their natural instict for hunting and playing surrounded by nature and meanwhile they are being fed with too big portions of food. In this study have participated 10 cats with normal weight and 10 cats with increased body weight among half of them were suffering from metabolic syndrome. All animals were clinically healthy during the examination. The study was based on the biochemical and haematological indicators in the blood work of patients brought to the Clinic for internal medicine on the Faculty of veterinary medicine in Zagreb. While comparing the results for obese cats to the ones with normal body weight we established some statistically significant differences in triglycerides and cholesterol concentrations. Besides that, the obese ones with metabolic syndrome had higher BUN and proteine concentrations compared to the obese cats without the metabolic syndrome. The frequency of occurrence of obese cats points to the importance of prevention as a key factor in maintaing the health in the cat population.

Key words: cats, obesity, metabolic syndrome

11. ŽIVOTOPIS

Rođena sam u Puli, 2. prosinca 1994. godine. U razdoblju od 2001. – 2009. godine usporedno sam pohađala Osnovnu školu Kaštanjer i Glazbenu školu Ivana Matetića Ronjgova koje se obje nalaze u Puli. Gimnaziju Pula pohađala sam od 2009. godine, a maturirala sam u ljeto 2013. Iste sam godine upisala Veterinarski fakultet sveučilišta u Zagrebu. Za vrijeme studiranja povremeno sam volontirala u veterinarskoj ambulanti Andar u Puli, a uz to sam se okušala i u radu s tuljanima u rehabilitacijskom i istraživačkom centru nizozemskog grada Pieterburena.